



Leibniz-Rechenzentrum
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Jahresbericht 2018

lrz

April 2020

LRZ-Bericht 2020-1

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	12
1 Highlights – Die wichtigsten Ereignisse am LRZ 2018	14
1.1 Startschuss Bayerisches Big Data Kompetenzzentrum	14
1.2 Kick-off Projekt 47k	14
1.3 400 Gbit/s: Schnellste Netzanbindung für das LRZ	15
1.4 Verdienstkreuz für Prof. Dr. Arndt Bode	15
1.5 Inbetriebnahmefeierlichkeiten SuperMUC-NG	15
EnviroInfo 2018	16
2 Forschung und Projekte	18
2.1 Forschungsteams	19
2.1.1 Team Environmental Computing	19
2.1.2 Team Forschungsdatenmanagement	19
2.1.3 Forschungskoordination und Wissenschaftsmanagement	20
2.2 Laufende Forschungsprojekte	21
2.2.1 Bio-Klimatisches Informationssystem (BioClis)	21
2.2.2 Climate change and hydrological extreme events – risks and perspectives (ClimEx)	22
2.2.3 DEEP Extreme Scale Technologies (DEEP-EST)	23
2.2.4 Generic Research Data Infrastructure (GeRDI)	24
2.2.5 Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut (HiOS)	26
2.2.6 Novel Decision Support tool for Evaluating Strategic Big Data investments in Transport and Intelligent Mobility Services (NOESIS)	26
2.2.7 Virtual Water Values (ViWA)	27
2.3 Neu hinzugekommene Forschungsprojekte	28
2.3.1 Alpine Environmental Data Analysis Center – Phase 2 (AlpEnDAC-II)	29
2.3.2 Bayerisches Synthese-Informationen-Citizen Science Portal für Klimaforschung und Wissenschaftskommunikation (BAYSICS)	30
2.3.3 Community Code for Reproducible Computational Seismology (CoCoReCS)	31
2.3.4 Basis-IT-Struktur für die Wasser Zukunft Bayern (Hydro-BITS)	31
2.3.5 Verified Exascale Computing for Multiscale Applications (VECMA)	32
2.3.6 Deep Topology Learning (DeToL)	33
2.4 Abgeschlossene Forschungsprojekte	33
2.4.1 Computing Patterns for High Performance Multiscale Computing (COMPAT)	34
2.4.2 GÉANT Project (GN4-2)	35
2.4.3 Novels Materials Discovery Laboratory (NOMAD)	37
3 Darstellung des LRZ in der Öffentlichkeit	39
3.1 Allgemeine Öffentlichkeit und Medien – PR	39
3.2 Öffentlichkeitsarbeit Hochleistungsrechnen	40
3.2.1 Doppelerfolg beim Deutschen Rechenzentrumspreis: LRZ erneut für Energieeffizienz ausgezeichnet	40
3.2.2 Ada Lovelace Award für Xiaoxiang Zhu	40
3.2.3 Next-Gen HPC: Hochkarätiges Symposium zu Future Computing am Leibniz-Rechenzentrum (LRZ)	41
3.2.4 SuperMUC Status and Results Workshop mit Berichtsband	42

3.2.5	LRZ, Lenovo, and Intel gewinnen den HPCwire Editor's Choice Award für "Energy-Efficient HPC"	42
3.2.6	SuperMUC-NG Next Gen Science Symposium	43
3.2.7	New York, New York.....	43
3.2.8	Supercomputing-Konferenzen.....	44
4	IT-Service Management & Management der Informationssicherheit: LRZ 47k.....	48
4.1	Das Projekt LRZ 47k	48
4.2	Schulungen.....	48
4.3	Ausblick: Zertifizierung	48
5	IT-Sicherheit	49
5.1	Sicherheitsmanagement.....	49
5.2	Antivirus	49
5.3	Windows Software Update Service (WSUS).....	49
5.4	Virtuelle Firewalls	49
5.5	Secomat.....	52
5.6	Security Information & Event Management.....	53
5.7	Sicherheits- und Netzmanagement: Nyx.....	54
5.8	Self-Service Portal; Sperr- und Entsperrmechanismen & Nessi	55
5.9	Network Intrusion Detection	56
5.10	Pentesting as a Service.....	56
6	IT-Basisdienste	58
6.1	E-Mail.....	58
6.1.1	Organisatorische Änderungen.....	58
6.1.2	Änderungen an der Infrastruktur.....	58
6.1.3	Erweiterung der Anti-Spam-Maßnahmen	58
6.1.4	Statistiken zur Mailnutzung.....	59
6.2	Exchange.....	61
6.2.1	Migration von Domains nach Exchange	62
6.2.2	Nutzung des Exchange-Dienstes	62
6.3	Webhosting.....	63
6.3.1	Umfangreiche PHP-Upgrade-Aktion.....	63
6.3.2	Entwicklung einer neuen Verwaltung für das Webhosting	63
6.3.3	GitLab	63
6.4	Confluence am LRZ.....	65
6.5	Desktop-Management	65
6.5.1	Rechnerpools.....	66
6.5.2	MWN-PC.....	66
6.5.3	MWN-MAC.....	67
6.6	Benutzerverwaltung und Verzeichnisdienste	67
6.6.1	Für LRZ-Systeme vergebene Kennungen.....	67
6.6.2	Identity Management und Verzeichnisdienste	68
6.6.3	Benutzerverwaltung und IDM-Portal.....	69
6.6.4	Anbindung von Plattformen und Diensten	72
6.6.5	Anbindung von LMU, TUM und weiterer Hochschulen	73
6.6.6	MWN Active Directory.....	74
6.6.7	DFN-AAI/Shibboleth	74

6.6.8	IT für die Bayerische Staatsbibliothek und den Bibliotheksverbund Bayern BVB.....	75
6.6.9	MDZ.....	75
6.6.10	Erweiterung Monitoring.....	75
6.6.11	Mitarbeit in Projekten.....	76
6.7	Video-Streaming.....	76
6.7.1	Nutzung des Multimedia Streaming-Servers.....	76
6.7.2	Video-Transkodierung für LMU Unterrichtsmitschau.....	76
6.7.3	Modernisierung des Videomanagements.....	76
6.7.4	Live-Streaming.....	77
6.8	Digitale Geisteswissenschaften.....	77
7	Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C)	78
7.1	Infrastruktur.....	78
7.2	Projekte.....	78
7.3	Veranstaltungen	79
7.4	Lehre.....	79
8	IT-Server-Infrastruktur.....	81
8.1	Zentrale VMware-Infrastruktur.....	81
8.2	Linux-Server	82
8.3	Hochschulstart-Infrastruktur	83
8.4	Linux-Arbeitsplätze	83
8.5	Splunk-Monitoring.....	83
8.6	Zentrale Dienst-Überwachung.....	83
8.7	Fortbildungsmaßnahmen.....	84
8.8	Windows	84
9	Compute Dienste	85
9.1	Höchstleistungsrechner SuperMUC	85
9.1.1	Nutzung von SuperMUC.....	85
9.2	Nachfolgesystem SuperMUC-NG.....	86
9.3	Linux-Cluster.....	89
9.3.1	Many-Core System CoolMUC-3.....	90
9.3.2	RStudio Server	90
9.3.3	Deep-Learning-Systeme.....	91
9.3.4	Erweiterungen des Linux-Clusters.....	91
9.3.5	Grid-Services	92
9.4	Anwendungs- und Benutzerunterstützung im Bereich HPC	92
9.4.1	Software.....	92
9.4.2	Kurse, Ausbildung und Veranstaltungen	93
9.4.3	Standardisierungsaktivitäten	96
9.5	Application Labs	96
9.5.1	Astro Lab	96
9.5.2	Bio Lab.....	96
9.5.3	CFD Lab.....	97
9.5.4	Geo Lab	97
9.6	Projekte im HPC	97

9.6.1	InHPC-DE	98
9.6.2	SiVeGCS JARDS.....	98
9.6.3	KONWIHR	98
9.6.4	PRACE.....	98
9.6.5	Intel Parallel Computing Center (IPCC).....	99
10	Das LRZ als Bayerisches Big-Data-Kompetenzzentrum	100
10.1	Ausgangslage.....	100
10.2	Angebote und Aktivitäten.....	100
11	Datenhaltung.....	101
11.1	Archiv- und Backupsystem	101
11.1.1	Austausch der Server-Hardware	102
11.1.2	Landesweiter Lizenzvertrag für ISP-Produkte	102
11.1.3	Statistik	102
11.1.4	Plattform für digitale Langzeitspeicherung	103
11.2	Data Science Storage.....	103
11.2.1	DSS-Speicherblöcke.....	104
11.2.2	Datenmanagement	105
11.3	Cloud Storage.....	105
11.3.1	Wachstum MWN Cloud Storage.....	106
11.3.2	Beschaffung VMware-Speicher	107
11.4	LRZ Sync+Share	107
12	Münchener Wissenschaftsnetz – Internetzugang	109
12.1	Struktur und Betrieb des Münchener Wissenschaftsnetzes (MWN)	109
12.1.1	Struktur des Backbone Netzes	114
12.1.2	Struktur der Gebäudenetze im MWN	115
12.1.3	Struktur des Rechenzentrumsnetzes (LRZ-Netz); Leaf and Spine	116
12.2	Wesentliche Netzänderungen im Jahr 2018	117
12.2.1	Neuer TUM Standort in Heilbronn (Baden-Württemberg)	118
12.2.2	Museen: IT-Beirat der staatlichen Museen.....	119
12.2.3	Netzausbau (Verkabelung); Netzinvestitionsprogramm.....	119
12.2.4	Vorbereitungen für einen zweiten zentralen Netzknoten auf dem Campus Weihenstephan.....	120
12.2.5	Redundanz am Campus Großhadern	121
12.2.6	Anbindung Studentenwohnheime.....	123
12.3	DNS und Sicherheit im DNS.....	127
12.3.1	DNSSEC	127
12.3.2	DNSSEC in Bayern.....	128
12.3.3	Projekt „Sichere E-Mail in Bayern“	128
12.4	Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP).....	129
12.5	Radius.....	130
12.6	Switch-Infrastruktur / Switch-Erneuerung.....	131
12.7	Telefonie	132
12.7.1	Zugang über UMTS/LTE.....	132
12.7.2	Verbesserung der Mobilfunkversorgung in den LRZ-Gebäuden.....	133
12.8	Unterstützung von Infrastrukturdiensten	133
12.8.1	Server Load Balancer (SLB).....	133
12.8.2	IPv6.....	133

12.8.3 Wellenlängenmultiplexer.....	133
12.9 Netzmanagement und –monitoring	134
12.9.2 Netzdokumentation.....	136
12.9.3 Inhaltliche Aktualisierung der Netzdokumentation	137
12.9.4 Überwachung der Dienstqualität	137
12.9.5 Reporting für Netzverantwortliche	138
12.10 Internetzugang und LAN.....	138
12.10.1 Kostenneutrale Bandbreitenerhöhung des DFN	139
12.10.2 InHPC-DE 100 Gbit/s Netz	139
12.11 WLAN und Eduroam.....	139
12.11.1 Eduroam	140
12.11.2 Vorkonfigurierte Profile für eduroam (CAT).....	141
12.11.3 Gastkennungen	141
12.11.4 @BayernWLAN	141
12.11.5 Unterstützung von Veranstaltungen	142
12.12 VPN143	
12.12.1 VPN-Hardware.....	143
12.12.2 VPN-Software	143
12.12.3 Telearbeitsplätze von LRZ-Mitarbeitern	144
12.12.4 Entwicklung des Datenverkehrs über die VPN-Server	144
13 Kurse, Führungen und Vorfürungen im V2C	146
13.1.1 Kursübersicht, Statistik 2018.....	146
13.1.2 IT-Sicherheits- und Datenschutztage 2018	149
14 Software-Bezug und Lizenzen.....	150
14.1 Highlights 2018.....	150
14.2 Übersicht bestehender Verträge	151
14.3 Tagesgeschäft – Vertrieb von Lizenzen für Kunden des LRZ.....	152
14.4 Betrieb von Lizenzservern für Kunden des LRZ.....	153
15 LRZ Personal.....	154
15.1 Veröffentlichungen der Mitarbeiter 2018	154
15.2 Betreute Bachelor- und Masterarbeiten	156
16 Gebäude und Infrastruktur	157
16.1 Energieeffizienz	158
17 Strombeschaffung	159
18 Zahlen und Fakten	160
18.1 Verwaltung.....	160
18.2 E-Mail und Exchange	163
18.3 Poster und Schriften	163
18.4 Benutzerverwaltung und Shibboleth.....	164
18.5 Datenspeicher.....	165
18.6 Höchstleistungsrechner SuperMUC	166
18.7 Höchstleistungsrechner SuperMUC-NG	168
18.8 Cluster-Systeme am LRZ	169

18.9 Hochleistungs-Graphik-System	169
18.10 Das MWN in Zahlen	170
18.11 Netzkomponenten im MWN.....	171
18.11.1 Router	171
18.11.2 Switch-Komponenten.....	171
18.11.3 WLAN-Komponenten.....	172
18.11.4 Netz-Server.....	172

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prof. Dr. med. Marion Kiechle, Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller, Prof. Dr. Thomas O. Höllmann und Dr. Markus Söder (v.l.n.r.) starten symbolisch die Inbetriebnahmephase des SuperMUC-NG am LRZ	12
Abbildung 2: Das Auditorium mit hochrangigen Vertretern des Wissenschaftsministeriums, der BAdW, der LMU, der TUM sowie des ZD.Bayern	14
Abbildung 3: Staatsministerin Marion Kiechle überreichte Arndt Bode das Bundesverdienstkreuz. (Foto: StMWK)	15
Abbildung 4: Bei seinem Besuch am LRZ hatte Ministerpräsident Dr. Markus Söder auch Gelegenheit das Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C) des LRZ zu besichtigen.	16
Abbildung 5: Proceedings der EnviroInfo 2018	17
Abbildung 6: Sprecher des Next-Gen HPC Symposiums am LRZ	41
Abbildung 7: Einladung für das SuperMUC-NG Science Symposium	43
Abbildung 8: 3-D-Druck des Computer-Modells der LMU-Geophysiker	44
Abbildung 9 a, b, c: Das LRZ präsentierte sich auf dem Messestand unter dem Motto „Supercomputing in Bavaria“	47
Abbildung 10: Anzahl der virtuellen Firewalls; FWSM (blau), pfsense (orange)	49
Abbildung 11: Durchsatz an einer exemplarischen Firewall	50
Abbildung 12: Monatliche Summe des Durchsatzes über einen Firewallserver am LRZ	51
Abbildung 13: secomat1	52
Abbildung 14: secomat2	52
Abbildung 15: secomat3	52
Abbildung 16: secomat4	52
Abbildung 17: secomat5	52
Abbildung 18: secomat6	52
Abbildung 19: secomat7	53
Abbildung 20: secomat8	53
Abbildung 21: secomat9	53
Abbildung 22: Anzahl der DFN Warnmeldungen im Berichtsjahr	54
Abbildung 23: Nessi Interface, Datenanzeige aus dem LRZ-DHCP-Server	55
Abbildung 24: Anzahl der MAC-Adressen pro Woche	56
Abbildung 25: Entwicklung der Exchange-Nutzung seit 2011	62
Abbildung 26: Entwicklung LRZ-GitLab Nutzung seit 2015	64
Abbildung 27: Speicherplatzverbrauch LRZ-GitLab seit 2015	64
Abbildung 28: Entwicklung des MWN-PCs in 2018	67
Abbildung 29: Komponenten und Einbindung des LRZ Identity-Management-Systems	69
Abbildung 30: Komponenten und Einbindung des LRZ Identity-Management-Systems	70
Abbildung 31: Maximale gleichzeitige Verbindungen zum Multimedia Streaming-Server (Zeitraum 11.03. – 31.12.2018)	76
Abbildung 32: Hochauflösendes, 3D-fähiges LED Display	78
Abbildung 33: VR-Visualisierung von akkumulierten Niederschlagsmengen	79
Abbildung 34: Virtuelle Serverinstanzen am LRZ	82

Abbildung 35: Verteilung der Rechenzeit nach Fachgebieten	86
Abbildung 36: SuperMUC-NG	89
Abbildung 37: Titelseite des CoolMUC Berichtsbands 2018.....	90
Abbildung 38: Supportanfragen im Bereich Compute-Dienste	92
Abbildung 39: Teilnehmer des „HPC Code Optimisation Workshops“ am LRZ (21.-22.6.2018)	94
Abbildung 40: Teilnehmer des „27. VI-HPS Tuning Workshops“ am LRZ (23.-27.4.2018)	95
Abbildung 41: Teilnehmer des „27. VI-HPS Tuning Workshops“ vor der Brauerei Weihenstephan während des Social Events am 24.4.2018	95
Abbildung 42: Konfiguration Archiv- und Backupsysteme	101
Abbildung 43: Verteilung nach Herkunft der Daten.....	102
Abbildung 44: Datenzuwachs 1995-2018.....	103
Abbildung 45: DSS Features	104
Abbildung 46: DSS-Speicherblöcke	104
Abbildung 47: Der DSS in der HPC-Umgebung des LRZ	105
Abbildung 48: Primärsysteme, Replikation und Backup	106
Abbildung 49: Belegter Speicher im MWN Cloud Storage.....	106
Abbildung 50: Netz-Einbindung des VMware-Speichers	107
Abbildung 51: Zuwachs Sync+Share	108
Abbildung 52: Nutzung Sync+Share, Stand Januar 2019.....	108
Abbildung 53: Räumliche Ausdehnung des Münchner Wissenschaftsnetzes	110
Abbildung 54: MWN Unterbezirke und Ausdehnung.....	111
Abbildung 55: Standorte und Verbindungen im MWN (Teil 1)	112
Abbildung 56: Standorte und Verbindungen im MWN (Teil 2)	113
Abbildung 57: Struktur des Kernnetzes des MWN.....	114
Abbildung 58: Anzahl der im MWN eingesetzten Switches und Ports.....	116
Abbildung 59: Rechenzentrumsnetz (mit Leaf and Spine).....	117
Abbildung 60: LWL-Infrastruktur am Campus Weihenstephan	121
Abbildung 61: Campus Großhadern, Martinsried.....	122
Abbildung 62: Geplantes Redundanzkonzept für den Campus Großhadern - Martinsried	123
Abbildung 63: Status des Projektes "Sichere E-Mail in Bayern" zum Ende des Jahres 2018	129
Abbildung 64: DHCP-Infrastruktur auf den DNS-Servern	130
Abbildung 65: RADIUS-Struktur im MWN	131
Abbildung 66: Altersstruktur der Switches (Stand Dezember 2018).....	132
Abbildung 67: Topologie des MWN.....	135
Abbildung 68: Statistik Vorschau für die Verbindung der Router csr2-kw5 – cvr2-1wr	136
Abbildung 69: Vorschau-Bild zur MRTG Statistik einer Backbone Verbindung	137
Abbildung 70: Entwicklung der Nutzung des X-WiN Anschlusses des MWN seit 2008	138
Abbildung 71: Anzahl der jährlich installierten Accesspoints	140
Abbildung 72: Anzahl der Geräte im BayernWLAN am 19.06.2018	142
Abbildung 73: Anzahl aktiver WLAN-Verbindungen am 22.11.18 (5-Minuten-Mittel)	143
Abbildung 74: Datenverkehr in Terabytes über die VPN-Server im Referenzmonat November	145

Abbildung 75: Entwicklung des Dienstreiseaufkommens.....	161
Abbildung 76: Entwicklung des Buchungsaufkommens.....	162
Abbildung 77: Entwicklung des Stromverbrauchs	163

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Durchschnittliche eingehende und ausgehende Datenübertragungsrate der letzten 12 Monate.	53
Tabelle 2: Anzahl der Geräte pro Woche	55
Tabelle 3: Angenommene und abgewiesene E-Mails	59
Tabelle 4: Nutzung des Relaydienstes	59
Tabelle 5: Nutzung des Mailhostings	60
Tabelle 6: Nutzung der POP/IMAP-Server	60
Tabelle 7: Nutzung des Weiterleitungs-Service	61
Tabelle 8: Nutzung von E-Mail-Verteilerlisten	61
Tabelle 9: Nutzung des Exchange-Dienstes in 2018	62
Tabelle 10: Aktive Clients im MWN-ADS der letzten 180 Tage	66
Tabelle 11: Geräte im MWN-MAC Management	67
Tabelle 12: Vergabe von Kennungen für LRZ-Plattformen	71
Tabelle 13: Kennzahlen von SuperMUC-NG	89
Tabelle 14: Anzahl der im MWN eingesetzten Switches und Ports	115
Tabelle 15: Studentenwohnheime im MWN	123
Tabelle 16: Übersicht über die wichtigsten Domains im MWN	127
Tabelle 17: Anzahl der konfigurierten Server Load Balancer	133
Tabelle 18: WDM Verbindungen	134
Tabelle 19: Datenverkehr in Terabytes über die VPN-Server im Referenzmonat November	144
Tabelle 20: Kurse zu PC-Software 2018	146
Tabelle 21: Kurse zum Hochleistungsrechnen 2018	147
Tabelle 22: Sonstige Kurse 2018	148
Tabelle 23: Externe Kurse am LRZ	148
Tabelle 24: Führungen durch das LRZ und Vorführungen am V2C	148
Tabelle 25: Die wichtigsten im Tagesgeschäft vertriebenen Lizenzen	152
Tabelle 26: Personalstand, Neueinstellungen und Abgänge 2018	160
Tabelle 27: Dienstreisen 2018	160
Tabelle 28: Buchungen 2018	161
Tabelle 29: Haushalt und Inventarisierung	162
Tabelle 30: Stromverbrauch 2018	162
Tabelle 31: E-mail und Exchange	163
Tabelle 32: Poster und Schriften	163
Tabelle 33: Benutzerverwaltung und Shibboleth	164
Tabelle 34: Bruttokapazitäten Plattenspeicher	165
Tabelle 35: Kapazitäten der Nearline Speicher	166
Tabelle 36: Hochleistungs-Grafik-System	169
Tabelle 37: Das MWN in Zahlen	170
Tabelle 38: Netzkomponenten im MWN: Router	171

Tabelle 39: Netzkomponenten im MWN: WLAN-Komponenten	172
Tabelle 40: Netzkomponenten: Server	173

Vorwort

Das Jahr 2018 brachte für das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften eine Reihe von Neuerungen, darunter auch Änderungen in der Zusammensetzung des Direktoriums sowie der Leitung der Abteilung Zentrale Dienste.

Die Inbetriebnahme des neuen Höchstleistungsrechners SuperMUC-NG war im Jahr 2018 das herausragende Ereignis für das Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. SuperMUC-NG war im November 2018 mit gemessenen 19,47 PFlop/s der achtschnellste Rechner der Welt in der TOP500-Liste und damit der leistungsfähigste Supercomputer in Deutschland und in der Europäischen Union. Das Kühlkonzept mit warmem Wasser, das sich schon beim Vorgänger SuperMUC bewährt hatte, wurde für den neuen Rechner nochmals verbessert. Dafür gab es erneut internationale Auszeichnungen.



Abbildung 1: Prof. Dr. med. Marion Kiechle, Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller, Prof. Dr. Thomas O. Höllmann und Dr. Markus Söder (v.l.n.r.) starten symbolisch die Inbetriebnahmephase des SuperMUC-NG am LRZ

Doch haben wir nicht nur neue Hardware im Blick. Um den Austausch von Erfahrungen und neuen Ideen zu fördern, veranstaltete das LRZ zum ersten Mal das Symposium „Next-Gen HPC“. In 2018 stand die Veranstaltung unter dem Motto „The Path to Exascale – Artificial Intelligence and Personalized Medicine“ und gab detaillierte Einblicke in Trends und Herausforderungen und zeigte anschaulich, wie eng die drei Themen Höchstleistungsrechnen, Künstliche Intelligenz und personalisierte Medizin miteinander verknüpft sind. Im November folgte das „SuperMUC-NG Next-Gen Science Symposium“, bei dem das Spektrum der Themen von der allgemeinen Fragestellung „Quo vadis HPC“ über klassische Einsatzgebiete wie Astrophysik und Ingenieurwissenschaften bis hin zu Geowissenschaften, Klimaforschung, Gesundheitsthemen und der Nutzung gigantischer Datenmengen aus der Erdbeobachtung zur Verbesserung der Lebensbedingungen der Menschen reichte.

Einen Blick zurück auf die mit SuperMUC erzielten wissenschaftlichen Ergebnisse warfen die Teilnehmer des „SuperMUC Status and Results Workshop 2018“, bei dem über 80 Teilnehmer aus den TOP100-SuperMUC-Projekten in 37 Vorträgen ihre Forschungsergebnisse der letzten zwei Jahre präsentierten.

Der Höchstleistungsrechner am LRZ ist die Spitze einer Pyramide, die auf einem breiten und soliden Fundament steht. Die Hochleistungsrechner des Linux-Clusters und das Münchner Wissenschaftsnetz (MWN) bilden dieses Fundament, das wir sorgfältig pflegen und ständig ausbauen. Die Anbindung der beiden anderen nationalen Höchstleistungsrechenzentren im Verbund des Gauss Centre for Supercomputing – das JSC in Jülich und das HLRS in Stuttgart – wurde von 4 x 10 Gbit/s auf 4 x 100 Gbit/s erhöht. Die Nutzbandbreite liegt bei 230 Gbit/s. Die Bandbreite des Backbones, die allen im MWN zu Gute kommt, wurde auf 40 Gbit/s angehoben.

Hinter den Kulissen wurden umfangreiche Umbauarbeiten im Rechenzentrumsnetz durchgeführt und eine neue, hochskalierbare und hochbandbreitige Netzarchitektur mit „Leaf-and-Spine“ aufgebaut. Damit werden 648 Ports mit 40/100 Gbit/s zur Verfügung gestellt, um SuperMUC-NG, Speicher für die Wissenschaft (DSS), Linux-Cluster und die LRZ-Cloud hochperformant untereinander zu verbinden.

Für alle Nutzerinnen und Nutzer des LRZ sind der weiterhin starke Anstieg bei der Verwendung von E-Mail, Exchange und Groupware auf nunmehr 89.000 sowie beim Speicherplatz für die Mailboxen um ca. 23% auf ca. 37 TByte spürbar. Auch LRZ Sync+Share im Rahmen von BayernShare erfreut sich allergrößter Beliebtheit und wurde 2018 von 90.000 Personen genutzt. Und wir freuen uns darüber, dass auch das Angebot weiterer Dienstleistungen des LRZ wie MWN-PC und MWN-Mac gut angenommen wird. 2018 wurde der 5.000ste TUM-PC produktiv geführt.

Die Wertschätzung des LRZ durch seine Partner in der nationalen und internationalen Zusammenarbeit zeigt seine Einbindung in Forschungsaktivitäten, die aus Drittmitteln gefördert wurden. Es ist an neun Projekten beteiligt, die von der Bayerischen Staatsregierung gefördert werden, drei werden von der Deutschen Forschungsgesellschaft (DFG) gefördert, fünf vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) bezuschusst und sieben werden von der Europäischen Kommission im Rahmen des Programms „Horizon 2020“ finanziert.

Für das Jahr 2019 haben wir uns das Ziel gesetzt, eine Zertifizierung des IT-Management und des IT-Sicherheitssystems über alle LRZ-Services innerhalb des ersten Halbjahres 2019 zu erreichen. Dazu haben wir 2018 bereits den Grundstein gelegt und ein Team von mehr als fünfzehn LRZ-Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aufgestellt, das gemeinsam mit einem externen Berater die dafür notwendigen Prozesse und Verfahrensbeschreibungen erstellt, sowie das interne Schulungsprogramm verbessert.

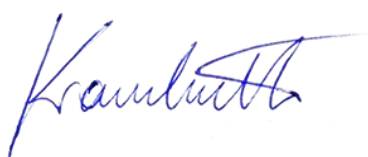
Der Jahresbericht 2018 dokumentiert in bewährter Weise die oben erwähnten Punkte ebenso wie unsere umfangreichen IT-Dienste und deren Einsatz für die Wissenschaft. Ich bedanke mich bei den Wissenschaftlern, die diese Dienste täglich für ihre Arbeit einsetzen und uns durch Ihre Rückfragen und Anforderungen 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 meines Stellvertreters und mir herzlichst danken möchte.

Unser Dank gilt auch den Förderern und Unterstützern des LRZ, allen voran der Bayerischen Staatsregierung und dem Bayerischen Staatsministerium für 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 ist in jeder Hinsicht eine Freude und Bereicherung, wie man sie sich nur wünschen kann.

Zum Schluss noch in eigener Sache: Die erheblichen Verzögerungen bei der Erstellung des LRZ-Jahresberichtes 2018 sind einer ungeplanten Ressourcenknappheit geschuldet. An der Ausgabe 2019 arbeiten wir bereits. Diese lassen wir Ihnen dieses Jahr zudem in komplett neuem Gewand zukommen.

Ich bedanke mich für Ihr Vertrauen und freue mich auf die Zusammenarbeit 2019,

Ihr



Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller

Vorsitzender des Direktoriums des Leibniz-Rechenzentrums

1 Highlights – Die wichtigsten Ereignisse am LRZ 2018

1.1 Startschuss Bayerisches Big Data Kompetenzzentrum

Am 22.02.2018 wurde das LRZ als Bayerisches Big Data Kompetenzzentrum der Öffentlichkeit vorgestellt. Die Networking Veranstaltung stand unter dem Motto: „Big Data in Bayern: Motor für die Wissenschaft & Wirtschaft“. Unter der Beteiligung des Staatssekretärs für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, Herrn Staatsminister Georg Eisenreich und dem Gründungspräsidenten des ZD.B Prof. Dr. Manfred Broy wurde die Veranstaltung eröffnet. In seinem Keynote-Vortrag gab Dr. René Wies Einblicke in den Umgang mit Big Data bei der BMW AG und im Anschluss stellten sich Wissenschaft und Wirtschaft in einer Podiumsdiskussion Fragen wie: „Welche Bedeutung kommt Big Data in der Ära der Digitalisierung zu? Welche Technologien müssen wir beherrschen können, um aus Big Data Smart Data zu machen und neues Wissen bzw. Mehrwert zu generieren? Und wie beeinflusst Big Data die Zukunft des Wissenschafts- und Wirtschaftsstandortes Bayern?“ Am Podium waren vertreten: Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller (LRZ, LMU), Dr. Stefan Roskos (ONE LOGIC), Prof. Dr. Thomas Seidl (LMU), Prof. Dr. Fabian Theis (TUM, HMGU) und Dr. René Wies (BMW). Mehr zu den Aktivitäten des Kompetenzzentrums in [Kapitel 10](#).



Abbildung 2: Das Auditorium mit hochrangigen Vertretern des Wissenschaftsministeriums, der BAdW, der LMU, der TUM sowie des ZD.Bayern

1.2 Kick-off Projekt 47k

Anfang 2018 startete das Projekt „[LRZ 47000](#)“ (LRZ 47k). Mit LRZ 47k wird ein integriertes Managementsystem für IT-Services und Informationssicherheit (I/SMS) auf Basis der internationalen Standards ISO/IEC 20000 und ISO/IEC 27000 etabliert. Die Erst-Zertifizierung des I/SMS durch eine unabhängige Prüfstelle wird innerhalb des ersten Halbjahres 2019 angestrebt. Nach dieser Erst-Zertifizierung wird das LRZ in den darauffolgenden Jahren regelmäßig überprüft und soll planmäßig alle drei Jahre für Informationssicherheits- und Service-Management re-zertifiziert werden. Ziel des Projekts 47k ist es, alle Prozesse, die bislang einer gruppen- oder abteilungs-internen Vorgehensweise folgten, zu einer LRZ-weit einheitlichen Vorgehensweise auszubauen. Ein weiterer Fokus liegt auf den wesentlichen

Anforderungen aus der seit Mai 2018 geltenden Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO). Weitere Informationen in Kapitel 4.1.

1.3 400 Gbit/s: Schnellste Netzanbindung für das LRZ

Seit Juni 2018 ist das LRZ mit insgesamt 2 x 200 Gbit/s redundant am deutschen Forschungsnetz X-WiN angebunden, technisch realisiert über 2 x 2 x 100 Gbit/s-Anbindungen. Darüber dürfen maximal 231 Gbit/s gleichzeitig übertragen werden. Die übrige Kapazität dient der Ausfallsicherheit und dem Abfangen kurzfristigen Spitzenbedarfs. Bislang war das LRZ mit 2 x 20 Gbit/s an X-WiN angebunden, wobei maximal 30,9 Gbit/s übertragen werden durften. Der jetzige Ausbau mit seiner deutlichen Bandbreitenerhöhung dient in erster Linie der Vernetzung der nationalen Höchstleistungsrechner des LRZ mit denen des Jülich Supercomputing Centres und des Höchstleistungsrechenzentrums Stuttgart, die im Gauss Centre for Supercomputing e.V. (GCS) zusammengeschlossen sind, um eine einheitliche Umgebung für das Höchstleistungsrechnen in Deutschland bereitzustellen.

1.4 Verdienstkreuz für Prof. Dr. Arndt Bode

Prof. Dr. Dr. h.c. Arndt Bode ist mit dem Verdienstorden der Bundesrepublik Deutschland ausgezeichnet worden. Damit hat der emeritierte Professor der Technischen Universität München (TUM) und ehemalige Vorsitzende des Direktoriums des LRZ die höchste Anerkennung erhalten, die die Bundesrepublik für Verdienste am Gemeinwohl ausspricht. Überreicht wurde ihm der Orden von der Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst, Prof. Dr. Marion Kiechle Anfang August 2018. Arndt Bode ist einer der weltweit führenden Vertreter auf dem Gebiet der Rechnerarchitektur und der technischen Informatik. Bode war maßgeblich an den verschiedenen Entwicklungsstufen von Parallelrechnern bis hin zu den heutigen leistungsfähigen Parallelrechnerarchitekturen beteiligt. In ihrer Laudatio würdigte Ministerin Kiechle die Verdienste von Arndt Bode: „Auch dank Ihrer Forschungen ist Deutschland führend in der Entwicklung entsprechender Rechnerarchitekturen. Mit Ihrem großen Einsatz sowohl als Wissenschaftler als auch als Wissenschaftsorganisator haben Sie sich in beispielhafter Weise um die Wissenschaft und Forschung verdient gemacht.“



Abbildung 3: Staatsministerin Marion Kiechle überreichte Arndt Bode das Bundesverdienstkreuz. (Foto: StMWK)

1.5 Inbetriebnahmefeierlichkeiten SuperMUC-NG

Am 24. September startete unter prominenter Beteiligung die Inbetriebnahmephase des SuperMUC-NG. Ministerpräsident Dr. Markus Söder drückte gemeinsam mit Staatsministerin Prof. Dr. Marion Kiechle sowie Akademiepräsident Prof. Dr. Thomas O. Höllmann und dem Leiter des Leibniz-Rechenzentrums Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller den Startknopf.

Ministerpräsident Dr. Markus Söder sagte in seiner Ansprache: „Bayern ist so stark, weil wir mutig und kraftvoll in High-Tech investieren. Bis 2023 geben wir zusammen mit dem Bund 150 Mio. Euro aus, um unsere Spitzenposition bei Höchstleistungsrechnern auszubauen. SuperMUC-NG ist der schnellste Computer Deutschlands und einer der schnellsten der Welt. Er eröffnet ganz neue Möglichkeiten für die Wissenschaft und ebnet den Weg für die Entwicklung eines revolutionären Quantencomputers. Schon ab

2019 werden wir am LRZ eine Forschungsgruppe Future Computing einrichten. Damit schaffen wir eine wichtige Grundlage für den Erfolg kommender Generationen.“

Wissenschaftsministerin Kiechle ergänzte: „Von der Astrophysik über die Umweltforschung bis hin zur personalisierten Medizin – mit dem neuen Supercomputer des Leibniz-Rechenzentrums schaffen wir die Basis dafür, dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im ganzen Land auch in Zukunft weltweit beachtete Spitzenforschung betreiben können.

Mehr zum neuen Höchstleistungsrechner des LRZ in [Kapitel 9.2](#).



Abbildung 4: Bei seinem Besuch am LRZ hatte Ministerpräsident Dr. Markus Söder auch Gelegenheit das Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C) des LRZ zu besichtigen.

EnviroInfo 2018

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus 16 Ländern trafen sich vom 5. bis 7. September 2018 zur EnviroInfo am LRZ in Garching. Die interdisziplinäre Konferenz zu Umweltinformationstechnologien lockte circa 140 Teilnehmerinnen und Teilnehmer an.

Während der Konferenz präsentierten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in insgesamt zehn Workshops ihre Forschungsarbeiten. Themen der 32. Veranstaltung waren Umweltinformationssysteme und der einfache Austausch von Umweltdaten, das Management von Naturkatastrophen sowie nachhaltige Mobilität. Auch neuere Forschungsgebiete der Informatik wie das Internet of Things oder Machine Learning standen auf der Agenda.

Die EnviroInfo bündelt und gestaltet nationale und internationale Aktivitäten im Bereich der angewandten Informatik und Umweltinformatik. Das Format zielt darauf ab, die Welt zu einem besseren Lebensraum zu machen und die neuesten Entwicklungen in den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnologie und Umwelt zu präsentieren und zu diskutieren. Der Fachausschuss Umweltinformatik der Gesellschaft für Informatik (GI) organisiert die EnviroInfo jährlich in Zusammenarbeit mit wechselnden Co-Veranstaltern. Das LRZ mit seinem Forschungsfokus auf ‚Environmental Computing‘ eignete sich ideal als lokaler Ausrichter. Das Expertennetzwerk innerhalb der GI befasst sich interdisziplinär mit allen Fachfragen des Informatikeinsatzes in den Bereichen Umweltinformation und Umweltforschung.

Die federführend vom LRZ editierten Proceedings der Full Paper sind im Springer-Verlag erschienen, die Adjunct Proceedings der Short Papers im SHAKER Verlag.



Abbildung 5: Proceedings der EnviroInfo 2018

2 Forschung und Projekte

Um die Dienstleistungen des LRZ optimal den Anforderungen der Wissenschaftler anzupassen, ist eine stetige Anpassung des Service Portfolios notwendig. Die Veränderungen der wissenschaftlichen Prozesse durch die Digitalisierung, aber auch neue IT-Technologien sowie neuartige Methoden der Informatik erfordern neue Lösungen, die oft nur im Rahmen mehrjähriger Forschungsprojekte gefunden, entwickelt und umgesetzt werden können. Um die im LRZ bereits an verschiedenen Stellen vorhandenen forschenden Kräfte zu bündeln und die wissenschaftlichen Mitarbeiter besser zu unterstützen, wurde in 2017 beschlossen, einen eigenen Bereich „Forschung“ ins Leben zu rufen. Die Leitung des neu gegründeten Bereichs übernahm Herr Prof. Kranzlmüller, als Stellvertreter fungiert seither der Forschungskordinator Dr. Anton Frank. Nach Abschluss der vorbereitenden Maßnahmen wurde im April 2018 der Bereich Forschung (FOR) in das Organigramm aufgenommen und damit ein wichtiger Schritt beim Aufbau dieses Bereichs erreicht.

Als Nukleus zum Aufbau des Bereichs diente die bisher in der Abteilung HLS angesiedelte Gruppe VER (Verteilte Ressourcen). Die dortigen Mitarbeiter hatten vorher bereits aufgrund der sehr hohen Drittmittelfinanzierungsquote sehr forschungsnah gearbeitet, so dass neun Mitarbeiter aus VER zu FOR wechselten. Weitere forschende Mitarbeiter wurden in der bisherigen Linie belassen, dem Bereich Forschung aber ebenfalls zugeordnet. Im Zuge dieser Restrukturierung wurden auch die notwendigen Rahmenbedingungen (Mailinglisten, Identity-Management, etc.) entsprechend angepasst. Auch wurden regelmäßige Bereichssitzungen durchgeführt, bei denen nicht nur über aktuelle Themen, Ereignisse und Projektfortschritte informiert wird, sondern auch der Aufbau und die Weiterentwicklung des Bereichs diskutiert wurde. Aufgrund von genehmigten Drittmittelprojekten konnten weitere Mitarbeiter hinzugewonnen werden, bis Jahresende sieben Wissenschaftler und vier Studenten. Weitere erfolgreiche Projektanträge tragen dazu bei, dass sich dieses Wachstum fortsetzen wird. Die Arbeiten im Bereich Forschung werden zum größten Teil von den drittmittelfinanzierten Projekten bestimmt. Auf der anderen Seite muss der enge Kontakt zu den Betriebs- und Dienstleistungsgruppen im LRZ sichergestellt und gepflegt werden. Das Arbeiten in verschiedenen oftmals sehr unterschiedlichen Settings stellt eine nicht zu unterschätzende Herausforderung für die Mitarbeiter dar. Trotzdem ist es gelungen, diese Herausforderung ohne größere Reibungsverluste zu meistern.

Im Zuge des Aufbaus des Bereichs Forschung wurden auch erste Maßnahmen ergriffen, um die Sichtbarkeit und die Vernetzung mit anderen Wissenschaftlern aus der Informatik, aber auch aus anderen Disziplinen zu initiieren bzw. zu intensivieren. So wurden insbesondere die durch die Zusammenarbeit mit der Bayerischen Forschungsallianz (BayFOR) sowie im Rahmen des Projekts ClimEx entstandenen Verbindungen zu Canada ausgebaut. Zum einen gab es mehrere Besuche von Kollegen des National Research Center Canada, die sich für Aufbau und Arbeitsweise des LRZ interessierten, da auch dort der Bereich HPC ausgebaut werden soll. Außerdem wurde das LRZ eingeladen, an einer Delegationsreise des Bayerischen Ministeriums für Wirtschaft, Technologie und Energie im Rahmen des Regional Leaders Summit in Montreal und Quebec City teilzunehmen. Ein lang geplanter Besuch der Bayerischen Umweltministerin Ulrike Scharf kam während ihrer Amtszeit leider nicht mehr zustande, konnte aber danach zeitnah nachgeholt werden.

Die bereits vor mehreren Jahren gestartete Partnerschaftsinitiative Computational Sciences (π^{CS}) wurde auch in 2018 mit großem Erfolg fortgesetzt. Die in Folge der π^{CS} -Workshops initiierten Projekte und Kooperationen waren so zahlreich, dass diese Aktivitäten ein wenig zurückgefahren werden sollten. Aufgrund der nun vermutlich durch Mundpropaganda entstandenen hohen Nachfrage ist das aber nur bedingt gelungen. So besuchten uns in 2018 folgende Forschergruppen in diesem Rahmen:

- LMU, Lehrstuhl für Datenbanksysteme und Data Mining (Prof. Thomas Seidl)
- TUM, Lehrstuhl für Analytische Chemie und Wasserchemie (Prof. Martin Elsner)
- LMU, Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Geophysik (Prof. Stuart Gilder)
- LMU, Lehrstuhl für Geographie und Landnutzungssysteme (Prof. Julia Pongratz)
- TUM, Professur für Political Data Science, Hochschule für Politik (Prof. Simon Hegelich)
- Universität Regensburg, Fakultät Medizin, Institut für Mikrobiologie (Prof. André Gessner)
- TUM, Lehrstuhl für Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme (Prof. Thomas Hamacher), Lehrstuhl für Energiesysteme (Prof. Harnut Spliethoff)
- TUM, Lehrstuhl für Kartographie (Prof. Liqui Meng)
- Roche Diagnostics (Dr. Anna Bauer-Mehren, Head Data Science RICM)
- Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Professur für Geobotanik, Landschaftsökologie und -planung, (Prof. Michael Rudner)

- TUM, Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik (Prof. Heinz Bernhardt), Lehrstuhl für Geoinformatik (Prof. Thomas H. Kolbe)

Bei diversen Konferenzen, Meetings und Besuchen wurden viele weitere Kontakte für die wissenschaftliche Zusammenarbeit geknüpft bzw. gepflegt. Beispielhaft genannt seien neben den Universitäten LMU, TUM und HSWT auch die außeruniversitären Forschungseinrichtungen wie etwa MPG, FhG, DLR oder HMGU.

Außerdem beteiligte sich das LRZ am TUM Prelude Tag, an dem den neuberufenen Professoren der TUM die zentralen Einrichtungen zur Kenntnis gebracht werden, und folgte einer Einladung der HSWT zur externen Beratung im Rahmen des „HSWT Future Day“. Darüber hinaus erhielten die neuen Mitglieder des Jungen Kollegs der Bayerischen Akademie der Wissenschaften erstmalig Gelegenheit, das LRZ genauer kennenzulernen und die Nutzungsmöglichkeiten der IT-Dienste für ihre Forschungen auszuloten.

Nicht zuletzt nimmt der Forschungs koordinator seit 2018 als ständiger Vertreter des LRZ am Forschungsausschuss der BAdW teil. Dort informiert er die Ausschussmitglieder regelmäßig über die Forschungsprojekte des LRZ und berät sie in Fragen der Nutzung von IT-Dienstleistungen für die Wissenschaft.

2.1 Forschungsteams

Im Laufe des Jahres kristallisierten sich zwei Themen heraus, die derzeit im wissenschaftlichen Fokus stehen und daher stark mit Projektmitteln und entsprechenden Mitarbeitern unterfüttert sind. Neben dem „Environmental Computing“, also die digitalisierte Bearbeitung von wissenschaftlichen Fragestellungen aus den Geo- und Umweltwissenschaften, hat sich das Thema des Forschungsdatenmanagements zu einem der zentralen Themen heutiger wissenschaftlicher Prozesse entwickelt. Trotz einer starken Nachfrage gibt es in diesem Bereich noch keine Standardlösungen.

2.1.1 Team Environmental Computing

Um das vor einigen Jahren als Fokusthema identifizierte Arbeitsgebiet "Environmental Computing" zu stärken und weiterzuentwickeln, wurde am LRZ das Environmental Computing Team aufgebaut. 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.

Im Rahmen des Environmental Computing fand vom 5.-7. September 2018 die etablierte Konferenz EnviroInfo mit etwa 140 Teilnehmern am LRZ statt. Themen der 32. Ausgabe waren Umweltinformationssysteme und der einfache Austausch von Umweltdaten, das Management von Naturkatastrophen sowie nachhaltige Mobilität. Auch neuere Forschungsgebiete der Informatik wie das Internet of Things oder Machine Learning standen auf der Agenda. Darüber hinaus organisierte das Environmental Computing-Team am 19. März 2018 den eintägigen Workshop „Environmental Computing“ auf der ISGC-Konferenz in Taipeh. Außerdem war das LRZ zum Expert Hearing „Data Management & Data Infrastructure for Earth System Sciences“ der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina eingeladen.

Publikationen

- Bungartz, H.-J.; Kranzlmüller, D.; Weinberg, V.; Weismüller, J. & Wohlgemuth, V. (Eds.) Advances and New Trends in Environmental Informatics. Managing Disruption, Big Data and Open Science. Springer, 2018
- Bungartz, H.-J.; Kranzlmüller, D.; Weinberg, V.; Weismüller, J. & Wohlgemuth, V. (Eds.) Environmental Informatics: Techniques and Trends. Adjunct Proceedings of the 32nd edition of the EnviroInfo conference. Shaker, 2018

2.1.2 Team Forschungsdatenmanagement

Die heutige Forschung wird in zunehmendem Maß von Daten getrieben. Reproduzierbarkeit, Zugreifbarkeit, Interoperabilität und die Auffindbarkeit von Forschungsdaten sind essentiell für den Forschungsprozess, bezogen auf die Daten aber noch selten vollumfänglich realisiert. Die Anstrengungen zur Verbesserung dieser Defizite drücken sich nicht nur in internationalen Initiativen aus, die die FAIR-

Prinzipien (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) zur Forschungsdatenhaltung vorantreiben. Vielmehr wird FAIR-Datenhaltung, verknüpft mit langfristiger Verfügbarkeit, oft schon bei der Projektfinanzierung durch die Geldgeber gefordert. Essentiell für "FAIRness" ist die Bereitstellung geeigneter Metadaten.

Komplementär zu den vielfältigen Aktivitäten im Haus und Services insb. in der Datenhaltung wurde im LRZ-Bereich Forschung das Team Forschungsdatenmanagement (FDM, englisch Research Data Management, RDM) etabliert. Das Team beschäftigt sich mit der Entwicklung eines konsistenten Ansatzes zu Metadaten und FDM am LRZ. Ziel ist es, die FDM-Forschungsprojekte am LRZ (GeRDI, AlpEnDAC, etc.) zu bündeln und in ihrem Kontext eine Zwischen- und Frontendschicht (Entwicklungsname: LTDS - Let the Data Sing) über den Datenspeichern zu entwickeln. Diese erlaubt es, zu Daten (am LRZ) Metadaten zu halten, Datenprodukte mit persistenten IDs (hier: DOIs / Digital Object Identifiers) zu versehen, und diese an Forschungsdaten-Suchmaschinen wie GeRDI zu exportieren.

Neben der Entwicklung dieses Dienstprototyps zählt die Beratung von Kunden, in Kollaboration mit den Universitätsbibliotheken in München, zum Aufgabengebiet des Teams. Dies beinhaltet z.B. Beratung zu Daten-/Metadatenhaltungskonzepten oder formalen Datenmanagementplänen wie von immer mehr Geldgebern verlangt. Ausgewählte Use Cases werden als erste Benutzer für Entwicklung und Weiterentwicklung (co-development) der LTDS-Prototypen gewonnen.

Für 2019 stehen die Beratungsdienste bereits im Dienstleistungskatalog; mittelfristig ist es wichtiges Ziel des Teams, der Leitung des LRZ auf Basis von LTDS die Etablierung eines RDM-Dienstes über die Beratung hinaus am LRZ vorzuschlagen.

2.1.3 Forschungskoordination und Wissenschaftsmanagement

Als Schnittstelle zwischen Forschung und Verwaltung, gewann das Thema "Wissenschaftsmanagement" auch im Jahr 2018 an Bedeutung. Neben der Unterstützung der Zusammenarbeit zwischen Forschung, Wissenschaft und Verwaltung bewirken die Wissenschaftsmanager die Einführung von klaren Strukturen, Konsistenz und Qualitätskontrolle in die Abwicklung drittmittelgeförderter Projekte. Außerdem steuert das Team in Koordination mit der Leitung die Kommunikation mit den bayerischen Partneruniversitäten sowie mit der EG, internationalen Forschungseinrichtungen, Projekten und Initiativen und anderen relevanten Interessengruppen in Bezug auf Forschungsk Kooperationen und wissenschaftliche Zusammenarbeit.

Das LRZ beteiligte sich an diversen drittmittelgeförderten Projekten, davon acht mit EU-Förderung. Die Projekte CompAT und NOMAD wurden erfolgreich abgeschlossen. Mit dem Projekt VECMA konnte eine direkte Anschlussfinanzierung an CompAT sichergestellt werden. Der Folgeantrag von NOMAD wurde bedauerlicherweise nicht bewilligt. Auch in 2018 wurden wieder diverse Projektanträge begleitet und eingereicht. Dazu zählen: BDEM, CompBioMed2, CONCORDIA, DigiMED, DigiTwins, EUNIA, EXA-Pipe, LEXIS, MERMAID, MuDS, NOMAD-XT, PRACE-6IP, RISE, ROAR, SATEEN, SOXESS, TwinPanda2, Terra-Sus, UPLIFT, VRBB-Zahnmedizin, VRlead, X-UP.

	Anzahl
Projekt-Ideen (Phase 1)	8
Projekt-Anträge (Phase 2)	31
Projekt-Bewilligungen (Phase 3)	11
Laufende Projekte (Phase 4)	32
Abgeschlossene Projekte (Phase 5)	4
Anzahl π^{CS} -Workshops	11
Statistiken aus dem Bereich Forschungskoordination	

Die Zusammenarbeit mit den wissenschaftlichen Einrichtungen wurde durch die regelmäßige Teilnahme am Kreis der Münchner Wissenschaftsmanager (WiMaMUC) gestärkt. Zentrales Thema war das Berufsbild des Wissenschaftsmanagers sowie die negativen Auswirkungen des Wissenschaftszeitvertragsgesetzes auf diesen Berufsstand sowie die Bedeutung für den Wissenschaftsstandort München. Um dies intensiv zu diskutieren, wurden wieder Gäste eingeladen, u.a. Frau Dr. Sabine Behrenbeck (Wissenschaftsrat) und Frau Ulrike Scharf (CSU, MdL).

Sowohl Forscher als auch Wissenschaftsmanager des Bereichs Forschung am LRZ nahmen an verschiedenen Konferenzen, Treffen und Workshops teil, um die erzielten wissenschaftlichen Ergebnisse zu verbreiten, neue Partnerschaften aufzubauen und die bestehenden Kontakte zu stärken. Darüber hinaus das vorhandene Wissen zu festigen und die neuen Kompetenzen in den Bereichen Wissenschaftsmanagement, Kommunikation und Teamführung zu erwerben.

- Regionalkonferenz Digitalisierung Bayern, Regensburg, 12.3.2018
- Open Science Conference, Berlin, 13./14.3.2018
- IEEE/ICE Conference, Stuttgart, 20.6.2018
- Intl. Conference on Research Infrastructures (ICRI), Wien, 12.-14.9.2018
- Digital Infrastructures for Research (DI4R) 2018, Lissabon, 09-12.10.2018
- KOWI Hospitationsprogramm, Brüssel, 15-19.10.2018
- Plan-E /IEEE 2018, Amsterdam, 29.10-1.11.2018
- e-IRG Workshop Special Edition, Wien, 20-21.11.2018
- Bilanzworkshop Forschungsstrukturen 28./29.11.18 in Bonn (DE-CZ CzeBaCCA Projekt)
- RP-Kompakt -Multiplikator/innenseminar zu Horizont2020, DLR-Bonn 12-17.11.2018
- ICT 2018, Wien, 4.-7.12.2018
- EU-Kompakt Seminar, Modul II, Brüssels, 03-05.12.2018
- Fachliche Vertiefung: Modul Recht und Finanzen, DLR-Bonn, 12-13.12.2018

Frau Dr. Sharikadze beteiligte sich am Weiterbildungsangebot des EU-Büros zur Zertifizierung im Management von EU-Anträgen. Um das Zertifikat EU-Referent/in Forschung zu erwerben sind acht Trainingsmodule zu absolvieren. Bisher wurden davon zwei Module und ein Praktikum des KOWI in Brüssel absolviert. Um das Thema Innovationsmanagement voran zu bringen, nahm Frau Vogel an einer entsprechenden Schulung teil. Außerdem konnte der Forschungsreferent Dr. Anton Frank seine eineinhalbjährige Ausbildung im Rahmen des Seminars „Munich Leadership Development in Science“, bestehend aus sieben dreitägigen Modulen zu den wichtigsten Themen des Wissenschaftsmanagements, erfolgreich abschließen.

Auf diese Weise konnte das Forschungskoordinations- und Wissenschaftsmanagement-Team seine Expertise deutlich erweitern, um sowohl der internen Koordinationsaufgabe noch besser gerecht zu werden als auch zukünftig als Schnittstelle zu den internationalen, nationalen und regionalen Fördereinrichtungen zu dienen.

2.2 Laufende Forschungsprojekte

2.2.1 Bio-Klimatisches Informationssystem (BioClis)

Im Rahmen des „Verbundprojektes Klimawandel und Gesundheit“ des Landesamts für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) beschäftigt sich das Projekt BioClis 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 Daten-Retrieval-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 BioClis-Webportal sollen dem Bürger Gesundheitsrisiken anschaulich angezeigt werden.

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).

Highlights in 2018

Für das Projekt wurden die im AlpEnDAC verfügbaren Meteorologiemodell-Workflows weiterentwickelt (WRF, HYSPLIT) und ein Verfahren zur Nutzung von Docker für derartige Simulationen entwickelt und evaluiert. Dies ermöglicht den flexiblen Einsatz der Modelle auf verschiedenen Cloud-Infrastrukturen

(z.B. Kubernetes-Cluster) und erhöht die Reproduzierbarkeit. Zudem wurde der Dateneingang ins AlpEnDAC deutlich flexibler gestaltet. Das Projektteam ist somit gut vorbereitet, wenn es im nächsten Schritt um die Implementierung einer operationellen ARI-Berechnung auf Basis von Modellen und effizient zu sammelnden Daten geht.

Konferenzen & Veranstaltungen (Auswahl)

- BioClis Kick-off Meeting, Oberpfaffenhofen (6. März 2018)
- VAO-II Symposium, Grenoble (13.-15. März 2018)
- International Symposium on Grids and Clouds 2018 / Environmental Computing Workshop, Taipeh (16.-23. März 2018)

Steckbrief

Projektlaufzeit

2.5.2017 – 30.4.2020

Kontaktperson

Dr. Anton Frank, Dr. Stephan Hachinger

Förderorganisation

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz;
Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege;
Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL)

Website

https://www.lrz.de/forschung/projekte/forschung-e-infra/bioklis_de/

Partnerinstitutionen

- Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt
- Leibniz-Rechenzentrum
- Technische Universität München / UNIKA-T
- Universität Augsburg

2.2.2 Climate change and hydrological extreme events – risks and perspectives (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.

Highlights in 2018

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. In this role LRZ was contributing a talk about scientific visualization to the ClimEx Symposium, which took place in Québec City, Canada.

Publications

- M. Leduc, A. Mailhot, A. Frigon, J.-L. Martel, R. Ludwig, G. B. Brietzke, M. Giguère, F. Brissette, R. Turcotte, M. Braun, J. Scinocca: ClimEx project: a 50-member ensemble of climate change projections at 12-km resolution over Europe and northeastern North America with the Canadian Regional Climate Model (CRCM5). *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 2019. doi:10.1175/JAMC-D-18-0021.1
- D. Kolb, W. Kurtz, J. Weismüller, A. von Ramm, R. Ludwig, D. Kranzlmüller. Visualization of climate simulation data in virtual reality using commercial game engines. In: H.-J. Bungartz, D. Kranzlmüller, V. Weinberg, J. Weismüller, V. Wohlgemuth (Eds.), *Environmental Informatics: Techniques and Trends.*, Shaker-Verlag, 2018, pp. 39-45.

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) • Leibniz-Rechenzentrum
Contact Person Dr. Jens Weismüller, Dr. Gilbert Brietzke	
Funding agency Bavarian State Ministry of the Environment and Consumer Protection	
Website http://www.climex-project.org	

2.2.3 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.

Highlights in 2018

In the course of 2018, specific details of the DEEP-EST Modular Supercomputing Architecture (MSA) system were defined and discussed at the beginning of the project. This architecture is based on three modules: one for general computation (CM), one for extreme computing (ESB) and one for GPU data processing.

In the first year the LRZ developed a library to obtain the necessary information for energy modelling. This library was tested with a slurm simulator and will be used in the final prototype system. Furthermore, the LRZ researchers improved the software architecture of the DataCenter DataBase (DCDB), the tool for the high frequency monitoring tool, which is responsible for the acquisition of sensor data and performance counters of the system.

The DEEP-EST project was represented at the two major conferences on supercomputing with great public interest: in Frankfurt during ISC'18 and at SC'18 in Dallas. The review meeting of the project took place in September in Luxembourg, where the milestones and efforts made in the first year of the project were assessed as positive.

Fast Facts

Project Duration

2017 – 2020

Contact Person

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

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 Forschung 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

2.2.4 Generic Research Data Infrastructure (GeRDI)

Das GeRDI-Projekt nimmt sich zum Ziel, bestehende und zukünftige Forschungsdatenrepositorien virtuell miteinander zu verknüpfen. Wissenschaftliche Einrichtungen sollen dabei unterstützt werden, ihre bereits bestehenden Datenspeicher zu vernetzen bzw. eigene neue, vernetzte Forschungsdatenspeicher aufzubauen. Wissenschaftler



und Wissenschaftlerinnen in Deutschland, speziell mit einem nicht existierenden oder weniger organisiertem Datenmanagement (Stichwort „Long Tail of Science“), soll es ermöglicht werden, disziplinübergreifend Forschungsdaten ablegen, teilen und nutzen zu können. Die Entwicklung der Software und Dienste setzt den Fokus auf eine nachhaltige Forschungsdateninfrastruktur im Einklang mit den FAIR Prinzipien (Findable, Accessible, Interoperable und Reusable). GeRDI orientiert sich an der Idee der European Open Science Cloud, verwendet und 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 aufgebaut und miteinander verknüpft. Als eines dieser Pilotzentren stellt das LRZ die grundlegende Infrastruktur für die GeRDI-Dienste bereit. Für die Anforderungserhebung setzt das LRZ als GeRDI Projektpartner sein Hauptaugenmerk auf Communities in den Umwelt- und Digitalen Geisteswissenschaften. Für diese und weiteren Communities anderer Disziplinen wurden generische Dienste für eine Datensuche, für die Datenspeicherung und die Datenanalyse implementiert. Im Jahr 2019 werden Dienste für die Publikation von Forschungsdaten realisiert. Darauf aufbauend, sollen in einer zweiten Phase des Projektes die umgesetzten Lösungen weiterentwickelt und auf ganz Deutschland ausgeweitet werden.

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

Highlights in 2018

Konferenzen & Veranstaltungen (Auswahl)

- 05. GeRDI Projekttreffen und Workshop in Garching bei München, 24. – 25. Januar 2018
- 06. GeRDI Projekttreffen und Workshop in Kiel, 29. – 30. Mai 2018
- 07. GeRDI Projekttreffen und Workshop in Dresden, 6. – 7. September 2018

Vorträge und Posterpräsentationen (Auswahl)

- Tobias Weber, Dieter Kranzlmüller – “How FAIR can you get? Image Retrieval as a Use Case to calculate FAIR metrics”, 2018 IEEE 14th International Conference on e-Science
- N. Tavares de Sousa, W. Hasselbring, T. Weber, D. Kranzlmüller – „Designing a Generic Research Data Infrastructure Architecture with Continuous Software Engineering“, CEUR Workshop Proceedings Vol-2066. pp. 85-88, 2018

Steckbrief

Projektlaufzeit

01.11.2016 – 31.10.2019

Kontaktperson

Tobias Weber, Hai Nguyen, Alexander Götz

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

2.2.5 Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut (HiOS)

Das Ziel des Forschungsvorhabens HiOS ist die Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens zur Evaluierung und Klassifizierung der Gefährdung bayerischer Kommunen durch Oberflächenabfluss und Sturzfluten. Dazu werden mittels GIS-Analysen sowie verschiedener hydrologischer und hydrodynamischer Modellierung oberflächenabfluss- und sturzflutbegünstigende bzw.- auslösende Faktoren abgefragt, verknüpft und bewertet. Die Ergebnisse aus diesen Untersuchungen fließen anschließend in die Entwicklung einer bayernweiten Hinweiskarte ein.



Durch den Einsatz von Hochleistungssystemen werden die Analysen und Simulation beschleunigt und die Verarbeitung der sehr großen Datenmengen ermöglicht. Das Leibniz-Rechenzentrum stellt im Rahmen des Projektes seine Hochleistungs-Recheninfrastruktur zur Verfügung, um die im Projekt verwendeten Simulationsmodelle für eine hohe räumliche und zeitliche Auflösung zu optimieren und deren Durchführbarkeit zu gewährleisten. Ferner betreut das LRZ das Themengebiet Forschungsdatenmanagement und trägt bei der Entwicklung der GIS-Anwendung bei.

Highlights in 2018

Veranstaltungen

- FgHW-Seminar „Starkregen und Sturzfluten – Erfassen, Erforschen, Evaluieren“, München, 6. Juni 2018 und zweitägiger Workshop am 7. und 8. Juni 2018

Publikationen

- M. Kaiser, K. Broich, T. Pflugbeil, J. Mitterer, Q. Lin, T. Sheikhy, F. von Trentini, F. Willkofer, H. Nguyen, R. Ludwig, M. Disse: Sturzflutforschung in Bayern - Ziele und Ansätze des Projekts HiOS, KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 2018

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	

2.2.6 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 identifies 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 is being 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 is being 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 mainly contributes to WP4 “Key lessons learnt from cross transport sectors and contexts”.

Highlights in 2018

Events

NOESIS second project meeting took place in Stockholm on 22-23 March 2018” with Dr. M. Sharikadze representing LRZ. The 3rd NOESIS project meeting and workshop took place at LRZ on 14th and 15th of June 2018. Besides Dr. Megi Sharikadze and Dr. Roland Pichler (project staff) also Hai Nguyen and Johannes Dr. Albert-von der Gönna participated in the workshop. The 4th project meeting took place in Seville on 13th and 14th of November 2018 and was attended by Dr. Roland Pichler.

Publications

In 2018, project Deliverable D4.1 was prepared for the European Commission to be submitted later in Winter of 2019. The D4.1 is very important document as it provides a summary to practitioners on Laws, Regulations, and Directives on Data Privacy, Security and Openness and is 63 pages long. It was written by Roland Pichler and was provided to further review to the partners Ortellio and Macomi. It can be viewed online on the NOESIS project website (<https://drive.noesis-project.eu>).

LRZ was contributing to the Big Data in Transport Library (BDTL) development. This is still an ongoing process and will be completed with the project. 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. Roland Pichler
Dr. Megi Sharikadze

Funding agency

European Commission

Website

www.noesis-project.eu

Contact Person

Dr. Volker Weinberg

Funding agency

European Commission H2020

Website

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

Partner Institutions

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

2.2.7 Virtual Water Values (ViWA)

The ViWA 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 2018

In 2018, a first set of high-resolution global simulations of crop growth and water use efficiency (a central goal of the ViWA project) were performed on the Linux-Cluster and SuperMUC. The simulations consisted of an ensemble of 250 different combinations of agricultural management practices (e.g. irrigation, fertilization, plant phenology, etc.) for different agricultural crops at the global scale.

The LRZ facilitated these high-resolution ensemble simulations by establishing, optimizing and running the necessary simulation workflows on the Linux-Cluster and SuperMUC. This, for example, included the comparison of different load-balancing concepts for agro-hydrological models with respect to scalability and communication patterns as well as the set-up of a suitable workload management for the large amount of individual forward simulations. The LRZ also elaborated first concepts for the efficient processing and management of the produced simulation data and provided consulting for the processing of a large amount of high-resolution remote sensing data (Sentinel-2 from the Copernicus mission) which will be merged with the simulation data in a later stage of the project.

Events & Conferences

ViWA General Meeting, 10th October 2018, Munich, Germany

Fast Facts

Project duration

01.05.2017 – 30.04.2020

Kontaktperson

Dr. Wolfgang Kurtz, Dr. Stephan Hachinger, Alexander von Ramm

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

2.3 Neu hinzugekommene Forschungsprojekte

In 2018 starteten sechs neue über Drittmittel geförderte Forschungsprojekte am LRZ – die Mehrheit davon mit Fördermitteln des Freistaates Bayern sowie jeweils ein Projekt aus BMBF-, DFG- und EU-Fördermitteln.

2.3.1 Alpine Environmental Data Analysis Center – Phase 2 (AlpEnDAC-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 hat für das AlpEnDAC, neben einem Massenspeicher-Backend auf Basis des iRODS-Datenmanagementsystems, eine Simulationskomponente („Computing on Demand“) entwickelt. Sie ermöglicht Forschern, auch wenn sie nicht computeraffin sind, Simulationen auf LRZ-Ressourcen (z.B. der LRZ Compute Cloud) direkt vom Webportal aus zu triggern und zur Dateninterpretation zu nutzen.

Mitte 2018 wurde das Folgeprojekt zum AlpEnDAC (VAO-II Teilprojekt 4) unter dem Namen AlpEnDAC-II gestartet. Dieses sieht neben, einer weiteren Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit und einem soliden Service Management (Servicedesk, Monitoring, KPI-Auswertung), innovative Komponenten (Trigger von Instrumenten bei Messereignissen, etc.) vor.

Highlights in 2018

2018 wurde der Umzug der Daten aus dem Legacy-Datensystem der UFS (UFS-DAZ) ins AlpEnDAC bewältigt, wie auch FLEXPART als erster Computing-on-Demand Code in einem Docker-Container implementiert; dies ist auch für weitere Codes ins Auge gefasst. Neben der Wartung der Infrastruktur (umfangreiche Code-Updates etc.) wurde die Einbindung vieler neuer Datenprodukte und Betreuung der entsprechenden User realisiert, wie auch sehr umfangreiche Ensemble-Trajektorien-simulationen als mittlerweile etablierter wissenschaftlicher Service. Die Vermarktung des AlpEnDAC auf Konferenzen wurde mit Erfolg weiter vorangetrieben. Ende 2018 konnten alle beteiligten Partner wieder volle Personalstärke vermelden, so dass das Projekt in 2019 mit voller Kraft angefahren wird.

Konferenzen & Veranstaltungen (Auswahl)

- EGU 2018, Wien (8.-13. April), Talk: **The Alpine Environmental Data Analysis Centre (AlpEnDAC.eu): Cloud-Computing on Demand, RDM and more** - S. Hachinger, A. von Ramm
- EnviroInfo 2018, München (5.-7. September), Poster: Alpine Environmental Data Analysis Centre (AlpEnDAC): An integrated Data, Analysis & Simulation Platform - S. Hachinger
- GeRDI Community Workshop, Berlin (12. Oktober 2018)
- Kick-Off, Oberpfaffenhofen (3. Dezember 2018)

Steckbrief

Projektlaufzeit

1.7.2018 – 30.6.2021

Kontaktperson

Dr. Stephan Hachinger, Dr. Helmut Heller

Förderorganisation

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz

Website

www.alpendac.eu

Partnerinstitutionen

- Umweltforschungsstation Schneefernerhaus
- Leibniz-Rechenzentrum
- Universität Augsburg
- Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt
- bifa Umweltinstitut

2.3.2 Bayerisches Synthese-Informationen-Citizen Science Portal für Klimaforschung und Wissenschaftskommunikation (BAYSICS)

Due to far-reaching consequences of climate change, extensive adaptation and climate protection measures are becoming necessary in Bavaria. Such measures can be successfully taken into practice only when the understanding from citizens and their participations are gained.



The BAYSICS project, a part of Bayerischen Klimaforschungsnetzwerks (BayKlif), has 10 partner institutions in Bavaria, mainly consisting of researchers in natural sciences, didactics and environmental sociology. The 10 partner institutions can be divided into 3 categories, depending on their focus areas within the project: infrastructure, climate research, or scientific communication.

The project aims to enable:

- Innovative digital forms of citizens' participation in climate change research
- The transfer of knowledge on the complexity of climate change and its regional consequences in society
- The achievement of combined environmental and educational goals

We develop infrastructure specifications of the project by examining needs and requirements of the project partners, provide backend IT infrastructure, and develop a toolbox in collaboration with the other project partners. In the tool box, various tools such as data base an interactive web-portal, online learning and interview modules are included. In addition, a smartphone app will be developed to further promote the participation of the citizens in climate change research. Our target citizens are recreation seekers, nature-interested citizens, pollen allergy sufferers, school teachers and pupils. Cooperation with NGOs, authorities and companies are also expected.

Highlights in 2018

Conferences & Events

- BAYSICS project kickoff meeting, June 2018
- BAYSICS project meeting, November 2018
- BAYSICS workshop and project meeting, February 2019

Fast Facts

Project duration

2018 – 2023

Contact person

Dr. Jens Weismüller, Anudari Batsaikhan

Funding agency

Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (StMWK)

Website

<http://www.baysics.de>

Partner institutions

- Technische Universität München
- Leibniz-Rechenzentrum
- Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt
- Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
- Universität Augsburg
- Universität Regensburg
- Ludwig-Maximilians-Universität München

2.3.3 Community Code for Reproducible Computational Seismology (CoCoReCS)

Due to the high specialization of current research many scientific projects tend to produce results that can proof hard to reproduce in a different lab/setting. The scientific community acknowledges this fact by offering ‘artefact evaluation’ services in the context of conferences and other publication platforms that aim to check the general validity of scientific results.

In the area of computer science we have already established widely accepted methods of sharing code (e.g. online version control systems, github.org, etc.) which help to detect artefacts that cannot be reproduced by other members of the community. Even more important is the aspect of reusability of code in such a way that previous results can easily form the base for future research and software projects.

CoCoReCS has choosen the high-performance code ‘SeisSol’ as a test case for further investigations into the domain of reproducibility of software.

Albeit SeisSol has a proven track-record of delivering scientifically sound simulation results, the complexity of its software building blocks can make it hard for new users to incorporate this freely available software into different workflows.

In this joint project with TUM and LMU we aim to provide improved accessibility of SeisSol by developing easy-to-use installation routines, identification of possible road blocks during installation and provision of test cases that can be used for validation purposes.

The Supercomputer-package-manager (SPACK) that recently seems to emerge as a de facto standard for managing and deploying software in the domain of high-performance computing, has been chosen to create a turn-key solution for installation of SeisSol in a cluster environment.

Furthermore, the integration of SeisSol into automatic build and test-frameworks, such as Git/Jenkins is being investigated.

Events:

CoCoReCS Kick-off Meeting, 30th July 2018

Steckbrief	
<p>Projektlaufzeit 2018 – 2021</p>	<p>Partner Institutionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technische Universität München • Ludwig-Maximilians-Universität München • Leibniz-Rechenzentrum
<p>Kontaktperson Dr. Anton Frank Dr. Jens Weismüller Dr. Peter Zinterhof</p>	
<p>Förderorganisation DFG</p>	
<p>Website n/a</p>	

2.3.4 Basis-IT-Struktur für die Wasser Zukunft Bayern (Hydro-BITS)

Im Rahmen von Hydro-BITS sollen die IT-Strukturen der Bayerischen Wasserwirtschaft, insbesondere des Landesamtes für Umwelt, analysiert werden und die Voraussetzungen für deren Modernisierung geschaffen werden. Zwei Punkte genießen in diesem Rahmen besondere Aufmerksamkeit:



Hydro-BITS

Basis IT-Struktur für die Wasser-Zukunft-Bayern

- Eine umfangreiche Untersuchung der hydrologischen Modelle LARSIM und WaSIM, die bereits vom LfU und den Wasserwirtschaftsämtern genutzt werden, sowie weiterer Modelle, die mögliche Alternativen für diese darstellen. Besonderer Fokus liegt hier auf der Anwendung der Modelle für die operationelle Hochwasservorhersage.
- Weiterhin soll das Datenmanagement, was insbesondere den Austausch verschiedenster Daten entlang der gesamten Modellkette von der Meteorologie über die die Hydrologie bis zur Hydraulik beinhaltet, untersucht und verbessert werden.

Die besondere Herausforderung in diesem Projekt liegt in den Strukturen/Code-Basen, welche im Allgemeinen über mehrere Jahrzehnte gewachsen und dementsprechend komplex sind. Auf der einen Seite hat die lange Entwicklungsgeschichte der Codes dazu geführt, dass verschiedene und auch veraltete Standards genutzt wurden und Anpassungen und Erweiterungen viel Arbeitsaufwand bedeuten. Auf der anderen Seite steckt eine große Menge an Domänenwissen in diesen Codes, welches nicht ohne größeren Aufwand in neue Software-Projekte übernommen werden kann.

Weiterhin sollen im Rahmen von Hydro-BITS die Wissenschaftler der Projekte aus dem Rahmenprogramm Wasser-Zukunft Bayern unterstützt werden.

Steckbrief	
Project duration 2018 – 2021	Partner Institutionen <ul style="list-style-type: none"> • Technische Universität München • Leibniz-Rechenzentrum
Kontaktperson Dr. Anton Frank Dr. Jens Weismüller	
Förderorganisation Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (BayStMUV)	
Website www.lrz.de/forschung/projekte/forschung-e-infra/HydroBITS	

2.3.5 Verified Exascale Computing for Multiscale Applications (VECMA)

The purpose of the VECMA project is to enable a diverse set of multiscale, multiphysics applications — from fusion and advanced materials through climate and migration, to drug discovery and the sharp end of clinical decision making in personalized medicine — to run on current multi-petascale computers and emerging exascale environments with high fidelity such that their output is “actionable”. That is, the calculations and simulations are certifiable as validated (V), verified (V) and equipped with uncertainty quantification (UQ) by tight error bars such that they may be relied upon for making important decisions in all the domains of concern. The central deliverable will be an open source toolkit for multiscale VVUQ based on generic multiscale VV and UQ primitives, to be released in stages over the lifetime of this project, fully tested and evaluated in emerging exascale environments, actively promoted over the lifetime of this project, and made widely available in European HPC centres.



Highlights in 2018

The practice of continuous integration was implemented for both FabSim3 and EasyVVUQ – the core components of the VECMA Toolkit. We use a CI provider that integrates well with github and thus allows to test each commit. Version 0.6 of FabSim3 and version 0.1 of EasyVVUQ were publicly released.

Conferences & Events

Kick-off meeting took place in University College London, 2-3rd of July, 2018.

The first project wide meeting took place at Leibniz Supercomputing Centre, Garching, Germany, 4th of December, 2018.

Fast Facts

Project Duration 1.07.2018 – 31.6.2021	Partner Institutions <ul style="list-style-type: none"> • Universiteit van Amsterdam • University College London • Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk • Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V. • CBK Sci Con Limited • Leibniz Supercomputing Centre • Brunel University • Bull SAS • Stichting Centrum Wiskunde & Informatica
Contact person Dr. Vytautas Jančauskas	
Funding agency European Commission	
Website http://www.vecma.eu	

2.3.6 Deep Topology Learning (DeToL)

Im Bereich des Maschinellen Lernens (ML) wurden in den letzten Jahren auf vielen Anwendungsgebieten große Fortschritte gemacht. Von der Spracherkennung über die automatische Bildanalyse bis hin zu Prototypen automatisch fahrender Autos oder „Go“-spielender Algorithmen auf Weltmeisterniveau: Fast immer stehen hinter den Erfolgsmeldungen sogenannte „Deep Learning“ Verfahren. Diese Familie von Lernverfahren verwendet sehr große künstliche neuronale Netze (Deep Neural Networks, DNN) zur Modellierung der Lernprobleme. Die mit DNNs erzielten Ergebnisse sind sehr beeindruckend, doch der breite Einsatz in der Praxis hat aufgrund des Bedarfs an großen Datenmengen vor allem wegen des aufwendigen Entwicklungsprozesses noch nicht stattgefunden. Der Entwurf neuer, problemspezifischer Netztopologien ist ein sehr zeit- und rechenaufwendiger Prozess. Typischerweise erfolgt die Entwicklung neuer Deep-Learning-Lösungen in einem rein heuristischen und erfahrungsgetriebenen „trial-and-error“ Prozess.

Ziel des DeToL-Projektes ist es, den Entwurfsprozess für Deep-Learning-Lösungen durch automatische, datengetriebene Entwurfsalgorithmen entscheidend zu beschleunigen und zu vereinfachen. Erste Ansätze in diese Richtung deuten darauf hin, dass automatisch optimierte Topologien sogar eine bessere Performanz erreichen können als manuell erstellte. Mit DeToL wird es somit auch im Bereich Deep Learning unerfahrenen Nutzern möglich, entsprechende Modelle für neue Anwendungen in der Praxis einzusetzen. Ein Trainingslauf für einen Kandidaten kann dabei hunderte GPU-Stunden Rechenzeit in Anspruch nehmen und einen erheblichen Datendurchsatz benötigen. Dies führt dazu, dass selbst zur Lösung kleinerer Autodesign-Probleme in der Literatur Rechenzeiten von über zehntausend GPU-Tagen zu finden sind. Deshalb wird DeToL von Grund auf als HPC-Framework konzipiert.

Steckbrief

Projektlaufzeit 1.10.2018 – 30.9.2021	Partnerinstitutionen <ul style="list-style-type: none"> • Leibniz-Rechenzentrum • Universität Mannheim • Universität Freiburg • Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik • PSI ORI Verwaltungs GmbH Wilhelmshaven
Kontaktperson Dr. Juan Durillo Barrionuevo	
Förderorganisation Bundesministerium für Bildung und Forschung	
Website https://keuperj.github.io/DeToL/	

2.4 Abgeschlossene Forschungsprojekte

Im Berichtszeitraum wurden drei EU-geförderte Drittmittelprojekte aus den Bereichen High Performance Computing and High Performance Networks abgeschlossen.

2.4.1 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 level. 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 optimize 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 modelers to transform computer simulations into predictive science.

Highlights in 2018

Queue wait time prediction service and a corresponding database were implemented. As part of that task, we have developed a Bayesian inference system to predict probabilities for a job staying in a computing queue a user specified amount of time. A performance prediction system was implemented as well. It predicts application run times based on simulation parameters and historical data. We interpolate performance from historical data. All of these new features were integrated into the Experimental Execution Environment (EEE).

Conferences & Events

A ComPat Training Workshop on “Multiscale Modelling & Simulation on HPC” took place on the 4th of July 2018 in Basel.

A ComPat Training Webinar on “Multiscale Modelling & Simulation on HPC” took place on the 30th of October 2018.

Final review took place on the 27th of November 2018 in Luxembourg.

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
- Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk
- Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V.
- 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

2.4.2 GÉANT Project (GN4-2)

In der zweiten Phase des europäischen Forschungsprojekts GÉANT GN4, die bis Ende 2018 lief, war das LRZ wieder in einer Reihe von Joint Research bzw. Service Activities aktiv.

Federated Identity Management:

Die Joint Research Activity 3 (JRA3) - Trust and Identity Management – betrachtete verschiedene Themen im Umfeld Federated Identity Management (FIM).

Task 1 entwickelte Mechanismen zur Vereinfachung der Installation als auch der Nutzung verschiedener in der Praxis seit einigen Jahren erfolgreich eingesetzter FIM-Technologien und darauf basierender GÉANT-Services. Ein produktreifes Toolkit dient der automatisierten Erstellung eines so genannten Identity Providers (IdP), der sich neben der Nutzer-Authentifizierung auch um die Bereitstellung von einem Dienstanbieter (Service Provider) benötigter Nutzer-Attribute, z.B. dessen E-Mail-Adresse, kümmert. Zudem wurde eine Statistiklösung für Authentifizierungsereignisse bei IdPs auf Basis des in eduroam eingesetzten F-TICKS-Format, für die auf europäischer Ebene betriebene Inter-Föderation eduGAIN entwickelt und im Laufe des Jahres in mehreren Föderationen erfolgreich pilotiert.

In Task 2 wurden die auf eduGAIN basierenden GÉANT-Serviceangebote weiterentwickelt. Der neue Dienst InAcademia kann von, auch kommerziellen Dienst Anbietern, wie z.B. der Online-Plattform Amazon, dazu verwendet werden, die Zugehörigkeit eines Nutzers zu einer Forschungs- oder Hochschuleinrichtung zu überprüfen. Auf dieser Basis können dann ausgewählte Zusatzoptionen im Dienstangebot zur Verfügung gestellt oder zusätzliche Rabatt- und Sonderkonditionen eingeräumt werden.

Neben den im Hochschulumfeld seit Jahren eingesetzten FIM-Technologien auf Basis der Security Assertion Markup Language (SAML) ist im kommerziellen Umfeld häufig OpenID Connect im Einsatz. In Task 3 standen entsprechend zukünftige FIM-Technologien im Fokus. Erwähnenswert ist hier die Übertragung in SAML verwendeter Konzepte und Mechanismen in die Welt von OpenID Connect. Mit OpenID Connect Federation wurde versucht, Föderationen und damit hierarchisch aufgebaute Verwaltungsstrukturen für die Identitätsinformation für das eher Nutzer-fokussierte OpenID Connect zu entwickeln. Auch die Sicherheit der GÉANT-Dienste rückt immer stärker in den Mittelpunkt. Mitarbeiter in Task 3 haben gemeinsam mit der REFEDS Assurance Working Group ein Single-Factor Authentication Profil erstellt, worin u.a. Anforderungen an die Authentifizierung mittels eines Faktors, z.B. Passwort, als auch Anforderungen an die Prozesse bei Verlust/Vergessen des Faktors festgelegt werden.

Software-defined Networking:

In JRA1 wurden unter Beteiligung des LRZ SDN-Applikationen für die Umsetzung verschiedener, im GÉANT-Umfeld relevanter Anwendungsfälle implementiert und pilotiert. Erwähnt sei hier der als „SdxL2“ bezeichnete Anwendungsfall für Netz-Kommunikation auf Schicht 2. Nach erfolgreichem Abschluss der Pilottests zielten die LRZ-Entwicklungsaktivitäten verstärkt auf den Anwendungsfall „Bandwidth on Demand (BoD)“, was bis Ende der Projektphase andauerte.

Network and Service-Monitoring:

Primäres Ziel der LRZ-Aktivitäten in JRA2 Task 4 ist der Aufbau einer neuen Netz- und Service-Monitoringarchitektur, die nun insbesondere abschnittsweise Delay/Jitter/Loss-Metriken sowie die Erkennung von Fehlern in Multi-Domänen betriebenen, so genannten dynamischen Overlay-Netzen erlaubt. Dies funktioniert auch ohne tiefe Kenntnis der Details der darunterliegenden, sich möglicherweise ständig ändernden Hardware-, Protokoll- und Organisations-abhängigen Netz-Topologie. Nach Abschluss der Implementierung dieses Architekturansatzes und zugehöriger Funktionen wurden diese in einem Testbed erfolgreich getestet. Da es zukünftig auch Bandbreiten bis zu 100 GBit/s zu unterstützen gilt, müssen noch weitere Tests insbesondere mit Hardware-beschleunigten Netzkarten durchgeführt werden.

Security:

Weiterhin stellt das LRZ in JRA2 Task 6 die Projektleitung. Primär werden hier Funktionen für den Schutz vor bzw. die erfolgreiche Abwehr von Denial-of-Service (DoS) Angriffen auf die GÉANT-Netzinfrastruktur entwickelt. In diesem Jahr wurden an dem hierfür eingesetzten Werkzeug, Firewall on Demand (Fod) einige Erweiterungen vorgenommen. Das auf BGP-Flowspec basierende Tool bietet nun auch die gezielte DoS-Abwehr auf bestimmte Dienste/Ports. Mandantenfähig können von nun an darüber hinaus Statistikgraphen erzeugt, die dem Nutzer einen Überblick geben, ob die Abwehr erfolgreich war und noch weiter notwendig ist. Als neue Funktion besonders erwähnenswert ist die Bereitstellung einer REST-API, die nach erfolgreichen Tests mit ausgewählten Nutzern in diesem Jahr offiziell freigegeben wurde. Die API erlaubt die semi-automatische Erstellung von Filterregeln in FoD. Grundlage hierfür sind neben aktuellen DDoS-Warnmeldungen auch das beim tschechischen NREN CESNET entwickelte Werkzeug Reputation Shield (RepShield), welches die Berechnung eines so genannten Reputationsscores für an Angriffen beteiligten Systemen ermöglicht. Dieser Score kann auch dafür genutzt werden, die Wahrscheinlichkeit für die Beteiligung eines Systems an einem zukünftigen Angriff zu bestimmen. Erste Tests dieser neuen Funktionalitäten verliefen durchwegs positiv.

Software Development und Testing:

Neben Forschung zu und Entwicklung neuer Dienste betreibt GÉANT eine Reihe von Diensten, was die Aufgabe der jeweiligen Service Activities ist. Zudem gilt es dort GÉANT-weite Verbesserungen als auch die Weiterentwicklung bestehender Dienste voranzutreiben. Task 1 in der Service Activity SA2 widmet sich dem Thema Software-Entwicklung und Testing. So wurden in diesem Jahr vorwiegend die Sicherheit der Dienste betrachtet und der Programmcode der GÉANT-Service eduroam CAT, Managed IdP, eduVPN, GTS, eduTeams und InAcademia einer Analyse unterzogen, um dort vorhandene Schwachstellen, die ein Angreifer ausnutzen könnte, zu finden. Anhand eines ebenfalls in diesem Jahr neu aufgebauten Software-Katalogs erhält man nun einen Überblick über aktuell im GÉANT-Projekt laufende Entwicklungsaktivitäten. Darüber hinaus wurden auch 2018 die nun seit Jahren angebotenen Secure Code Trainings und Workshops zum Thema Software Engineering veranstaltet.

Service Improvement und EU-DSGVO

In der Service Activity SA2 zielt Task 4 hauptsächlich auf die kontinuierliche Verbesserung der Servicequalität einerseits und Optimierung der Service-Bereitstellung andererseits ab. Im Jahr 2018 stand vor allem die Prüfung als auch Anpassung der GÉANT-Services auf die Vorgaben der EU-DSGVO an. Das LRZ entwickelte hierzu federführend ein Verfahren zur systematischen Überprüfung bereits produktiv geführter als auch noch in Entwicklung befindlicher Services auf DSGVO-Konformität. Darüber hinaus wurden in diesem Zusammenhang Dokumentationsvorlagen erarbeitet.

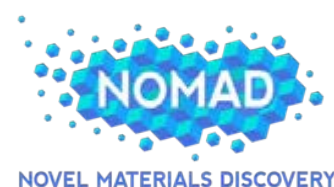
Ab Mitte des Jahres wurde parallel zu den Aktivitäten in der aktuell laufenden Projektphase damit begonnen, die nächste über vier Jahre laufenden dritte Projektphase GN4-3 vorzubereiten. Besonders erwähnenswert ist, dass neben dem Schwerpunktthema „Trust and Identity Management“, das Thema Sicherheit zunehmend wichtiger wird. Zwei LRZ-Mitarbeiter werden zukünftig als Task Leader in diesem Bereich tätig sein, wobei ihre Schwerpunkte weiterhin die Abwehr von DDoS-Angriffen, die Weiterentwicklung von Trainings als auch im Bereich Security-Incident-Management liegen werden.

Events and Conferences

- Trust and Internet Identity Meeting Europe (TIME), 05.-06. Februar 2018, Wien
- GN4-2 JRA2 T6 eduVPN Kick-Off-Meeting, 19.-20. Februar 2018, Amsterdam
- GN4-2 Task-Force Data Protection Meeting, 26. Februar – 03. März 2018, Dublin
- GN4-2 JRA2 T4 Face-to-Face Meeting, 07.-08. März 2018, Straßburg
- Secure Code Training 2018 u. Kick-Off Task-Force Software Development, 19.-23. März 2018, Lissabon
- GN4-2 JRA3 T1 Face-to-Face Meeting, 26.-28. März 2018, Paris
- AARC All-Hands-Meeting, 09.-13. April 2018, Athen
- SURFNet Step-Up Workshop, 11.-12. April 2018, Utrecht
- GÉANT Project Management Convention, 17.-20. April 2018, Split
- GN4-2 Task-Force Data Protection Meeting, 23.-24. April 2018, Barcelona
- TNC 2018, 09.-15. Juni 2018, Trondheim
- 14th STF-Meeting, 04.-05. Juli 2018, Poznan
- GN4-2 JRA3 T1 Face-to-Face Meeting, 03.-05. Oktober 2018, Rom
- Internet2 Technology Exchange, 14.-20. Oktober 2018, Orlando
- SIGNOC-Meeting, 21.-22. November 2018, Rom
- TM Forum Training, 03.-07. Dezember 2018, Amsterdam

2.4.3 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 utilize, 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 visualization and advanced interaction with multi-dimensional data sets and therefore leverage its expertise and V2C facilities.

Highlights in 2018

The virtual reality solution to visualize chemical simulations was developed further under the guidance of domain experts, in particular multiuser support, new visualization possibilities, connection to additional data sources (ChemSpider, NIH). The software was extended to support the computational fluid dynamics domain; this resulted in a Bachelor's thesis (Visualizing Big Data in Virtual Reality – Interactive Analysis of Large Scale Turbulence Simulations, Mathias Albert, LMU). The project was successfully reviewed by the European Union at the December 2018 meeting.

Conferences and Events (Selection)

- NOMAD VR showcased at the 'Computational Toolbox' winterschool 2018 in Engelberg (Switzerland), organized by the University of Basel; February 14th to 17th, 2018.
- NOMAD 2nd Data Workshop organized at LRZ on April 17th to 19th, 2018.
- Novel Materials Discovery: NOMAD. Rubén Jesús García-Hernández. PRACE-CoEs-FETHPC-EXDCI Workshop. Brühl, Germany. 29-30 October 2018
- NOMAD VR: multiplatform virtual reality viewer for chemistry simulations. Rubén Jesús García-Hernández and Dieter Kranzlmüller. Computer Physics Communications, 237C (2019) pp. 230-237. Ed. Elsevier.

Fast Facts

Project Duration

01/11/2015 - 31/10/2018

Contact person

Dr. Anton Frank, Dr. Ruben Garcia Hernandez

Funding agency

European Commission (H2020 Funding Scheme)

Website

www.nomad-coe.eu

Partner Institutions

- 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

3 Darstellung des LRZ in der Öffentlichkeit

Neben der Beteiligung des LRZ an den beiden jährlich stattfindenden Supercomputing-Konferenzen in Europa und den USA wurden am LRZ viele verschiedene nationale und internationale Tagungen, Kongresse und Schulungen abgehalten. Ferner konnte das LRZ wieder einige nationale und internationale Delegationen mit Forschergruppen und Politikern begrüßen. In der Medienarbeit sind Beiträge in der ARD und im BR sowie in der Süddeutschen Zeitung hervorzuheben.

3.1 Allgemeine Öffentlichkeit und Medien – PR

Wie in den Vorjahren war das LRZ mit Ständen bei der International Supercomputing Conference (ISC'18) in Frankfurt und der Supercomputing Conference (SC18) in Dallas, Texas, vertreten. Für die SC18 wurde gemeinsam mit Lenovo ein Video und eine Web App über den neuen Höchstleistungsrechner SuperMUC-NG erstellt.

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.

Auszeichnungen erhielt das LRZ für Energieeffizienz im Rechenzentrum. Prof. Dr. Xiaoxiang Zhu (TUM), Mitglied des Jungen Kollegs der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAW) und Forscherin auf SuperMUC, erhielt für ihren Beitrag zum Höchstleistungsrechnen in Europa die Auszeichnung „Ada Lovelace Award“ der „Partnership for Advanced Computing in Europe“ (PRACE).

Das American Museum of Natural History drehte 2017 im V2C ein Video mit Prof. Bunge, in dem er die Visualisierung seiner Simulationen des Erdinneren vorstellt. Das Video wird inzwischen zusammen mit einem 3D-Druck des Erdinneren dort ausgestellt.

Am 29. Juni 2018 fand am LRZ das Symposium „Next Gen HPC - The Path to Exascale: Artificial Intelligence & Personalized Medicine“ statt.

Der 2017 von der Bavaria Fernsehproduktion im Auftrag des Bayerischen Rundfunks im und vor dem SuperMUC des LRZ gedrehte „Tatort“ mit dem Thema Künstliche Intelligenz, wurde zur besten Sendezeit am Sonntag, 24.10.2018, um 20:15 Uhr ausgestrahlt und brachte LRZ und SuperMUC 8,5 Millionen Zuschauern ins Wohnzimmer.

Über den Besuch des Ministerpräsidenten Dr. Markus Söder und der Staatsministerin Prof. Dr. Marion Kiechle am 24. September 2018 zum Start der Inbetriebnahmephase des SuperMUC-NG wurde von den Medien (BR, Süddeutsche Zeitung, Münchner Merkur usw.) ausführlich berichtet.

Am 22. November 2018 veranstaltete das LRZ ein Technikgespräch mit Fachjournalisten und das SuperMUC-NG Next Gen Science Symposium gemeinsam mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst.

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.

Am Tag der offenen Tür auf dem Forschungscampus Garching am 13.10.2018 nutzten ca. 1.000 Gäste die Gelegenheit, den Rechnerwürfel zu besichtigen oder an den Vorführungen im Zentrum für Visualisierung und Virtuelle Realität (V2C) teilzunehmen. Besonders beliebt waren auch dieses Jahr wieder die Führungen speziell für Kinder. Insgesamt wurden im Jahre 2018 mehr als 2.500 Besucherinnen und Besucher durch das Rechnergebäude des LRZ geführt. Ca. 1.800 Besucherinnen und Besucher erlebten eine Vorführung im V2C.

Am 15. Oktober 2018 nutzte das LRZ wie seit vielen Jahren die Möglichkeit, seine Dienste für Studierende mit einem Infostand und einem Kurzvortrag bei der LMU-Erstsemesterbegrüßung vorzustellen.

Bei den 18. Münchner Wissenschaftstagen vom 10. bis 13. November 2018 war das LRZ mit einem eigenen „Marktstand der Wissenschaft“ vertreten. Der Stand stellte das ClimEx-Projekt vor. Die Attraktion war eine 3D-Visualisierung von Starkregenereignissen in Vergangenheit und simulierter Zukunft mit Hilfe einer Virtual Reality-Brille. Die Kurzvorträge für die Führungen der Schulklassen wurden wieder sehr gut in Anspruch genommen.

Am 22. November 2018 fand am Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften das „SuperMUC-NG Next-Gen Science Symposium“ statt. Im Zentrum der Veranstaltung stand die Frage, welche wissenschaftlichen Erkenntnisse durch SuperMUC-NG, dem neuen Höchstleistungsrechner am LRZ, gewonnen werden können.

Am 13. Dezember 2018 fand der „Open Lab Day“ des V2C statt, der wieder auf großes Interesse stieß.

Über das ganze Jahr hinweg wurden die Experten des LRZ immer wieder von hochrangigen Medien wie ARD, Bayerischer Rundfunk, Süddeutsche Zeitung, Frankfurter Allgemeine Zeitung, Münchner Merkur und auch der Fachpresse als Gesprächspartner gesucht.

Das LRZ ist 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

- 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>

genutzt, auch zur Mitarbeitergewinnung. Auf LinkedIn und XING sind es offizielle Unternehmensprofile. Das LRZ pflegt die Social Media-Auftritte durch regelmäßige Posts, Follower-Management und -Betreuung bei Twitter (452 Follower), Facebook (313 Follower) und LinkedIn.

3.2 Öffentlichkeitsarbeit Hochleistungsrechnen

Traditionell ist das Interesse der Medien und der Öffentlichkeit am Thema Hoch- und Höchstleistungsrechnen sehr ausgeprägt. Die Öffentlichkeitsarbeit in diesem Bereich soll daher gesondert dargestellt werden.

3.2.1 Doppelerfolg beim Deutschen Rechenzentrumspreis: LRZ erneut für Energieeffizienz ausgezeichnet

Das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) war beim Deutschen Rechenzentrumspreis doppelt erfolgreich: In der Kategorie „Datacenter Klimatisierung und Kühlung“ konnte es mit zwei Lösungen aus dem Bereich der Wasserkühlung punkten. Partner Fahrenheit GmbH verbuchte mit seiner für das LRZ entwickelten Adsorptionskälte-Technologie Platz 1. Mit der MEGWARE Computer Vertrieb und Service GmbH sicherte sich das LRZ Platz 2 für den Supercomputer CoolMUC-3. Das Institut der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAdW) setzte sich damit in der meistumkämpften Kategorie beim diesjährigen Wettbewerb mit insgesamt 51 Einreichungen durch. Verliehen wurde die Auszeichnung bei einem Gala-Abend im Rahmen des Future Thinking Kongresses am 24. April 2018 in Darmstadt.

3.2.2 Ada Lovelace Award für Xiaoxiang Zhu

Xiaoxiang Zhu, Mitglied des Jungen Kollegs der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAdW), erhielt für ihren Beitrag zum Höchstleistungsrechnen in Europa die Auszeichnung „Ada Lovelace Award“ der „Partnership for Advanced Computing in Europe“ (PRACE). Xiaoxiang Zhu leitet das SiPEO-Team (Signal Processing in Earth Observation) am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) und an der TUM. Die globale Urbanisierung ist einer der wichtigsten Megatrends des globalen Wandels. Die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen fordern „nachhaltige Städte und Gemeinden“. In vielen Ländern, insbesondere Entwicklungsländern, sind die erforderlichen Daten jedoch nicht verfügbar. Um diese Lücke zu schließen, nutzen die Geodätin Zhu und ihr Team satellitengestützte Erdbeobachtungstechnologien, um die semantische Kartierung von Städten und deren Dynamik im globalen Maßstab zu erforschen. Die dabei anfallenden riesigen Datenmengen verarbeitet Xiaoxiang Zhu auf dem Höchstleistungsrechner SuperMUC des Leibniz-Rechenzentrums (LRZ) der BAdW – als einer der wenigen Rechner auf der Welt kann SuperMUC derart große Datenmengen speichern und bietet die erforderliche Rechenleistung. Bis die vierdimensionale Darstellung der Veränderung in Raum und Zeit angesehen werden kann, sind Millionen von Prozessorstunden auf SuperMUC nötig, um die dahinterliegenden mathematischen Optimierungen durchzuführen.

3.2.3 Next-Gen HPC: Hochkarätiges Symposium zu Future Computing am Leibniz-Rechenzentrum (LRZ)

Rund 100 Teilnehmer diskutierten am 29. Juni im LRZ über die Zukunft des Supercomputing, künstliche Intelligenz (KI) und personalisierte Medizin. Ziel ist es, Krankheiten wie Krebs oder Diabetes besser zu behandeln.

Führende bayerische und internationale Experten kamen zu der Veranstaltung ‚Next-Gen HPC: The Path to Exascale – Artificial Intelligence and Personalised Medicine‘ ins LRZ der Bayerischen Akademie der Wissenschaften: Alan Gara, Chefarchitekt bei Intel, Fred Streitz, Direktor des High Performance Computing Innovation Centre am Lawrence Livermore National Lab (USA), Satoshi Matsuoka, Direktor des Riken Center for Computational Science (Japan), Rick Stevens, Stellvertretender Direktor des Argonne National Laboratory (USA), Peter Coveney, Direktor des Centre for Computational Science am University College London (Großbritannien) sowie Barbara Schormair, stellvertretende Leiterin des Institutes für Neurogenomik am Helmholtz Zentrum München. Neben detaillierten Einblicken in aktuelle Trends und Herausforderungen stellten die Referierenden besonders die enge Verbindung von Supercomputing, KI und personalisierter Medizin heraus: Künftige Supercomputer und ihre stark erhöhte Rechenkapazität könnten bald ein ganz neues Zusammenspiel von Computersimulationen, Machine Learning und der Analyse großer Datenmengen im Bereich der personalisierten Medizin ermöglichen. Ziel ist es, gemeinsam mit Medizinern und Genetikern Krankheiten wie Krebs, Diabetes oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen früher zu erkennen, gezielt vorzubeugen und effektiver zu behandeln. Fred Streitz, einer der führenden Forscher im Cancer Moonshot Projekt des US Department of Energy (DOE), sieht in der Steigerung der Rechenkapazität von Supercomputern von derzeit Petaflop (10^{15} Rechenoperationen pro Sekunde) auf künftig mögliche Exaflop (10^{18} Rechenoperationen pro Sekunde) die Möglichkeit ganz neue wissenschaftliche Fragestellungen zu erschließen. Dr. Barbara Schormair, Expertin für Neurogenetik, zeigte sich überzeugt, dass eine interdisziplinäre Herangehensweise im Bereich der personalisierten Medizin unabdingbar ist, um den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn zu steigern. Bei Großprojekten im Bereich der Humangenomik seien die USA, Großbritannien und die Niederlande schon deutlich weiter. In ihrem Vortrag stellte Schormair zudem konkrete Beispiele vor, wie Patienten von aktueller Forschung am Helmholtz Zentrum München und dem Klinikum rechts der Isar der TU München direkt profitieren. So erlauben Fortschritte in der Genetik wie die Exom-Sequenzierung genauere Diagnosen z.B. bei Dystonien und damit in bestimmten Fällen sogar bereits die Anwendung maßgeschneiderter Therapien.

Bei der anschließenden Podiumsdiskussion erörterte das Publikum mit den Expertinnen und Experten die Möglichkeiten, welche die neuen Technologien eröffnen, ethische Fragen wie den Umgang mit Patientendaten oder die erfolgreiche Qualifizierung von wissenschaftlichem Nachwuchs. Dieter Kranzlmüller, Leiter des LRZ, zog eine positive Bilanz: „Wir freuen uns sehr, dass wir für dieses Symposium international hoch anerkannte Sprecherinnen und Sprecher ans LRZ holen konnten. In den Vorträgen und beim Panel wurde klar, dass Bayern für Future Computing gut aufgestellt ist. Die nächste Generation Supercomputer, Quantum Computing und Künstliche Intelligenz werden in Bayern entsprechend vorangetrieben. Aber wir dürfen hier nicht nachlassen. Ein interdisziplinärer Austausch und internationale Kooperationen sind äußerst wichtig, um die Herausforderungen adäquat anzugehen.“



Abbildung 6: Sprecher des Next-Gen HPC Symposiums am LRZ

3.2.4 SuperMUC Status and Results Workshop mit Berichtsband

Am 24. und 25. Juli veranstaltete das LRZ den "SuperMUC Status and Results Workshop 2018". Über 80 Teilnehmer aus den TOP100-SuperMUC-Projekten präsentierten in 37 Vorträgen Ihre Forschungsergebnisse der letzten 2 Jahre. Während des „get together“ mit Bayerischem Buffet gab es am Abend des 24.7. zudem eine Poster-Session und viel Austausch zwischen den Workshop-Teilnehmern. Diese und viele weitere Projekte präsentierten ihre Forschungsergebnisse zudem im neuen SuperMUC Berichtsband „High Performance Computing in Science and Engineering 2018“ (ISBN 978-3-9816675-2-3), der als Buch über das LRZ bezogen werden kann sowie als PDF und E-Book über die LRZ Webseite (<https://www.lrz.de/hpcbooks>) zum kostenlosen Download verfügbar ist.

Das Buch präsentiert auf 280 Seiten 112 Berichte von Forschungsprojekten, die 2016 und 2017 auf SuperMUC durchgeführt wurden. Knapp die Hälfte dieser Projekte wurden im Rahmen von Gauss Large Scale Calls durchgeführt und hatten dabei mindestens 35 Mio. Core-Stunden für einen Zeitraum von 12 Monaten beantragt.



3.2.5 LRZ, Lenovo, and Intel gewinnen den HPCwire Editor's Choice Award für "Energy-Efficient HPC"

Am 12. November 2018 gab die Fachzeitschrift HPCwire die Gewinner ihres jährlichen Readers' and Editor's Choice Awards bekannt. Mit den Preisen, die in diesem Jahr auf der Supercomputing Conference (SC18) in Dallas, Texas, verliehen wurden, werden herausragende technische und wissenschaftliche Leistungen in Hochleistungsrechenzentren (HPC) gewürdigt. Mit der jüngsten Erweiterung des HPC-Portfolios des Leibniz-Rechenzentrums, SuperMUC-NG, erhielt das LRZ und seine Partner Intel und Lenovo, den Editor's Choice Award für energieeffiziente HPC-Nutzung.

Nach Abschluss der Installation wird SuperMUC-NG das größte homogene, nicht beschleunigte HPC-System der Welt sein, mit einer erwarteten Spitzenleistung von 26,9 Petaflops. Trotz des Leistungssprungs ist SuperMUC-NG tatsächlich effizienter als seine Vorgänger, SuperMUC Phasen 1 und Phase 2. LRZ ist eine treibende Kraft im Bereich energieeffizientem HPC und stellt sicher, dass jedes nachfolgende Supercomputing-System im Hinblick auf Energieeffizienz konzipiert wird. Green IT ist seit langem ein wichtiges Thema und ein zentraler Forschungsschwerpunkt des LRZ, um letztlich sicherzustellen, dass der Verbrauch an elektrischer Energie im Rechenzentrum konsequent auf ein Minimum reduziert wird.

"Energieeffizienz ist ein sehr wichtiger Aspekt in unserer Arbeit, nicht nur um die Auswirkungen auf unsere Umwelt zu reduzieren, sondern auch um Betriebskosten zu sparen", sagte Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller, Direktor des LRZ. "Jeder Euro, der an Energie gespart wird, kann für mehr Berechnungen für die Wissenschaft ausgegeben werden. Das bedeutet, wenn wir Geld bei der Energie sparen, können wir mehr Wissenschaft betreiben." Durch die Hingabe des Zentrums an "grünes" HPC im Beschaffungsprozess hat das LRZ dazu beigetragen, den Weg für effizientere HPC-Systeme zu ebnen und gilt als Vordenker für energieeffizientes Supercomputing.

Die HPCwire-Redaktion würdigte das Engagement des Zentrums für Energieeffizienz deutlich und wies darauf hin, dass LRZ durch die direkte Warmwasserkühlung des Systems und die Verwendung dieses erwärmten Wassers zur Erwärmung des Zentrums sowie zur Kaltwassererzeugung mit Adsorptionskühlern zum weltweit effektivsten HPC-Zentrum für die energetische Wiederverwendung wird.

SuperMUC-NG wurde zur Hälfte von der Bundesregierung und dem Freistaat Bayern unter der Schirmherrschaft des Gauß-Zentrums für Supercomputing finanziert

3.2.6 SuperMUC-NG Next Gen Science Symposium

Am 22. November fand am Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften das „SuperMUC-NG Next-Gen Science Symposium“ statt. Im Zentrum der Veranstaltung stand die Frage, welche wissenschaftlichen Erkenntnisse durch SuperMUC-NG, den neuen Höchstleistungsrechner am LRZ, gewonnen werden können.

Das Spektrum der Themen des Symposiums reichte von der allgemeinen Fragestellung „Quo vadis HPC“ über klassische Einsatzgebiete wie Astrophysik und Ingenieurwissenschaften bis hin zu Geowissenschaften, Klimaforschung, Gesundheitsthemen und der Nutzung gigantischer Datenmengen aus Satellitenmessungen zur Verbesserung der Lebensbedingungen der Menschen. Mit der Rechenleistung von SuperMUC-NG ist es beispielsweise möglich, ein tieferes Verständnis der Entwicklung unseres Universums oder des Inneren der Erde zu entwickeln. Auch im medizinischen Bereich wird der Höchstleistungsrechner wertvolle Ergebnisse liefern können: Durch ihn sind genauere Simulationen des Blutflusses in Aneurysmen, der Luftströmung in der Lunge oder der Wirkung von Medikamenten umsetzbar. Insgesamt wurde auf der Veranstaltung deutlich, dass Simulationen auf Supercomputern in den vergangenen Jahren in vielen Wissenschaftsbereichen zunehmend unverzichtbar geworden und inzwischen auch für unsere Gesundheit und das Zusammenleben im Alltag wichtig sind.



Abbildung 7: Einladung für das SuperMUC-NG Science Symposium

3.2.7 New York, New York

Das American Museum of Natural History in New York, eines der größten Naturkundemuseen der Welt, greift in einer neuen Ausstellung auf die Expertise von Geophysikern der LMU zurück. Ein Team um Prof. Hans-Peter Bunge, Inhaber des Lehrstuhls für Geophysik, hat dem Museum ein Computermodell zur Verfügung gestellt, das die Vorgänge im Erdmantel und deren Auswirkungen auf die Erdoberfläche veranschaulicht. Für die Ausstellung „David S. and Ruth L. Gottesman-Hall of Planet Earth“ wurde ein 3-D-Druck einer Simulation angefertigt, die die Konvektion im Erdmantel zeigt. Sie wurde auf SuperMUC berechnet und im Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C) visualisiert.



Abbildung 8: 3-D-Druck des Computer-Modells der LMU-Geophysiker

Die Abbildung zeigt den im American Museum of Natural History installierten 3-D-Druck des Computer-Modells der LMU-Geophysiker in Form der Erdkugel. Um Einblicke ins Innere des Modells und die dortige Temperaturverteilung zu ermöglichen, sind die Kontinente transparent gehalten und Ozeane nicht dargestellt. Die farbigen Bereiche zeigen das kalte absinkende (rot) und das warme aufsteigende Gestein (gelb). (Bildrechte: © AMNH/D. Finnin)

3.2.8 Supercomputing-Konferenzen

Traditionell beteiligt sich das LRZ an den beiden jährlich stattfindenden Supercomputing-Messen: ISC und SC. Auf der SC stellte das LRZ zum ersten Mal in Kooperation mit weiteren bayerischen Vertretern aus dem High Performance Computing aus.

3.2.8.1 International Supercomputing Conference ISC 2018 in Frankfurt

Wie jedes Jahr beteiligte sich das LRZ bei der ISC an dem gemeinsamen Stand des GCS, und war mit eigenen Aktivitäten zu Deep Learning, der Beteiligung am STEM Day und Women in HPC, Tutorials sowie Vorträgen zu Energieeffizienz vertreten.

Zur Eröffnung der ISC 2018 wurde auch der neue SuperMUC-Berichtsband veröffentlicht.

Auf dem gemeinsamen Messestand der drei GCS-Zentren gab es Informationen zu SuperMUC und SuperMUC-NG, sowie zu sämtlichen Aktivitäten des LRZ, darunter Deep Learning und Big Data.

Ein ISC18-Bericht wurde von GCS erstellt. Das LRZ hat hierzu beigetragen: NVIDIA Deep Learning Tutorial, Teilnahme am STEM Day, IISW-Workshop, Women in HPC (WHPC)-Sponsoring und ScienceNode Videointerview. Der Bericht wurde am 18. Juli 2018 als GCSnews veröffentlicht.



Die Trainer des Tutorials „Deep Learning Demystified“ auf der ISC in Frankfurt (Von Links nach Rechts: Gunter Roth (NVIDIA), Dr. Hayk Shoukourian, Dr. Yu Wang, Dr. Volker Weinberg (alle LRZ), 24.6.2018)

„Deep Learning Demystified“: Unter diesem Motto bot das Leibniz-Rechenzentrum in Kooperation mit NVIDIA ein ganztätiges Tutorial im Programm der ISC 2018. Das Tutorial unter Leitung von Dr. Yu Wang und Unterstützung der Kollegen Dr. Hayk Shoukourian, Dr. Volker Weinberg (alle LRZ) sowie Gunther Roth (NVIDIA) richtete sich überwiegend an Einsteiger in das Thema Deep Learning. Neben theoretischen Grundlagen zu der Unterscheidung von Artificial Intelligence, Deep Learning und Machine Learning oder etwa der Herausforderung des sogenannten „Overfitting“ bei neuronalen Netzen, bot das Tutorial viele praktische Tipps und Tricks über entsprechende Trainingsaufgaben. Nach Abschluss des ganztägigen Tutorials waren die Teilnehmer in der Lage, ihre eigenen Fragestellungen mit Deep Learning-Methoden zu. Laut Veranstalter handelte es sich bei dem Tutorial um eines der bestbesuchten im diesjährigen ISC-Programm.

Liste der wissenschaftlichen Beiträge auf der ISC18:

- Sandra Mendez hielt einen Vortrag über ihr Paper 'Analyzing the I/O scalability of a Particle-in-Cell parallel code' auf dem HPC-IODC Workshop.
- Yu Wang moderierte in Zusammenarbeit mit NVIDIA und mit Unterstützung von Hayk Shoukourian und Volker Weinberg ein Tutorial, 'Deep Learning Demystified'.
- Yu Wang war der Vorsitzende des KI-Tracks.
- Hayk Shoukourian war ein Reviewer für den KI Track.
- Josef Weidendorfer war Gutachter für den Research Paper Performance Track.
- International Industrial Supercomputing Workshop (IISW): Parallel zum offiziellen ISC-Programm veranstaltete LRZ den IISW zusammen mit dem National Center for Supercomputing Applications (NCSA an der University of Illinois, USA). Es kamen ca. 20 Vertreter von HPC-Zentren mit industriellen Outreach-Programmen, darunter HLRS und JSC (Deutschland), BSC (Spanien), TACC (USA), NCSA (USA), The Cyprus Institute (Zypern), National Computational Infrastructure (Australien), Centre for High Performance Computing (Südafrika), Hartree Centre STFC (Großbritannien) und LLNL (USA). Ziel der Gruppe ist es, ein strukturiertes Netzwerk aufzubauen, das den regelmäßigen Austausch von Best Practices ermöglicht und bei der Lösung gemeinsamer Herausforderungen zusammenarbeitet. Laura Schulz leitet nun die Bemühungen der Gruppe.

3.2.8.2 Supercomputing Conference SC18 in Dallas, USA

A promotional banner for the 'Bavarian Supercomputing in Dallas SC18' conference. The text reads: 'Bavarian Supercomputing in Dallas SC18 – November 12-15, 2018 Conference for High Performance Computing'. The background is dark blue with a white outline of a city skyline on the left and a large white beer mug with a foamy head on the right. At the bottom left is the 'lrz Leibniz Supercomputing Centre of the Bavarian Academy of Sciences and Humanities' logo. At the bottom right is the 'SC18 Dallas hpc inspires TX' logo.

Auf der Supercomputing Conference SC18 in Dallas, Texas, präsentierte sich das LRZ zusammen mit LMU, MNM, TUM und RRZE unter dem Motto „Bits, Bytes, Brezel & Bier – Supercomputing in Bavaria“. Auf dem Messestand konnten sich interessierte Besucher über SuperMUC-NG informieren und mit LRZ-Experten diskutieren.

In der TOP500 Präsentation wurde SuperMUC-NG gleich drei Mal präsentiert: Auf Platz 8 der TOP500 Liste mit einer LINPACK Leistung von 19,47 PFLOP/s. Auf der 17-ten Graph500 Liste konnte sich SuperMUC-NG gleich zweimal platzieren und erreichte den 1. Platz mit 1053.93 GE/s (Scale 37) und den Platz 5 mit 6279.47 GE/s (Scale 39). Außerdem errang das LRZ den hpcwire Award „Top Energy-Efficient HPC Achievement – Editor's choice“.





Abbildung 9 a, b, c: Das LRZ präsentierte sich auf dem Messestand unter dem Motto „Supercomputing in Bavaria“

4 IT-Service Management & Management der Informationssicherheit: LRZ 47k

Anfang des Jahres startete das Projekt „LRZ 47000“ (LRZ 47k) am LRZ. Mit LRZ 47k wird ein integriertes Managementsystem für IT-Services und Informationssicherheit (I/SMS) auf Basis der internationalen Standards ISO/IEC 20000 und ISO/IEC 27000 etabliert. Die Erst-Zertifizierung des I/SMS durch eine unabhängige Prüfstelle wird innerhalb des ersten Halbjahres 2019 angestrebt.

4.1 Das Projekt LRZ 47k

Ein Managementsystem folgt generell einem prozessorientierten, an den Kundenanforderungen ausgerichteten Ansatz für die Bereitstellung von IT-Diensten und dem Umgang hiermit verbundener Risiken. Dies wird am LRZ in Teilaspekten seit mehr als zehn Jahren täglich gelebt. Bereits erfolgreich umgesetzte Service-Management-Prozesse, wie etwa das Incident & Service-Request-Management sollen nun strategischer und effizienter weiterentwickelt und verbessert werden. Prozesse, die bislang einer gruppen- oder abteilungs-internen Vorgehensweise folgten, sollen zu einer LRZ-weit einheitlichen Vorgehensweise ausgebaut werden. Ein weiterer Fokus liegt auf den wesentlichen Anforderungen aus der seit Mai 2018 geltenden Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO). Insbesondere in Hinblick auf die sogenannten technischen und organisatorischen Maßnahmen („TOMs“), die nachhaltig und nachweisbar umgesetzt werden müssen.

Die beiden Stabsstellen ISMS und SMS am LRZ wurden bei der Einführung von einem etwa 15-köpfigen Team aus Vertretern aller LRZ-Abteilungen, einem externen Berater und der LRZ Leitung maßgeblich unterstützt. Aufgeteilt nach themenspezifischen Teilprojekten erarbeiteten die Projektteammitglieder Richtlinien, darauf ausgerichtete Prozess- und Verfahrensbeschreibungen und Pläne. Viele Aspekte sind am LRZ seit langem etabliert, wurden aber erstmals global für das Haus dokumentiert. Zum Beispiel wurde das bestehende Awareness- und Schulungsprogramm ausgebaut, ein Prozess zur Identifikation, Analyse und Bewertung von Informationssicherheitsrisiken entwickelt, damit wirksame, technische und organisatorische Maßnahmen zur Behandlung von Risiken nun transparent und nachvollziehbar abgeleitet werden können. Kernstück des I/SMS ist ein neu aufgebaute Bereich im LRZ Confluence. Dort erlangen Dokumente erst durch einen klar geregelten Freigabeprozess Gültigkeit.

Für das Gesamtprojekt wurde im Jahr 2018 folgende Meilensteine wie geplant erreicht:

- Interne Erstanalyse des vorhandenen I/SMS am LRZ an Hand der für die Zertifizierung notwendige Konformität zu den oben genannten Standards
- Aufbau eines I/SMS Bereiches mit gesteuerten Dokumenten auf Confluence
- Durchführung des internen Audits mit einem externen Auditor zu Bewertung des Zustandes des I/SMS am LRZ (im Dezember 2018 und Januar 2019)

4.2 Schulungen

In 2018 fanden am LRZ zahlreiche Schulungen im Bereich I/SMS statt. Neben den mehrtägigen Foundation-Schulungen zu Service-Management und Management der Informationssicherheit, umfasste das Schulungsprogramm themenbezogene, halbtägige Schulungen zu LRZ Change-Management sowie Incident und Service Request Management.

4.3 Ausblick: Zertifizierung

Durch das große persönliche Engagement des Projektteams und vieler Kolleginnen- und Kollegen, die damit verbundenen sehr guten Fortschritte und die Bewertung aus dem internen Audit ist das Projekt LRZ 47k im Zeitplan. Das LRZ wird somit wie geplant im Jahr 2019 die Erst-Zertifizierung durchführen können.

5 IT-Sicherheit

5.1 Sicherheitsmanagement

Im Jahr 2018 rückte das Thema IT-Sicherheit bzw. IT-Sicherheitsmanagement aufgrund Wirksamwerden neuer gesetzlicher Rahmenbedingungen, z.B. der EU-DSGVO und den dort geforderten technischen und organisatorischen Maßnahmen noch stärker in den Vordergrund.

Deshalb wurde Anfang des Jahres nach einer mehrmonatigen Planungsphase das LRZ-Projekt „LRZ-47k“ offiziell gestartet. Ziel ist der Aufbau eines integrierten Managementsystems für IT-Services und Informationssicherheit auf Basis der internationalen Standards ISO/IEC 20000 und ISO/IEC 27000. Eine detaillierte Beschreibung zu LRZ-47k finden Sie in Kapitel 4.1.

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

Auch im Jahr 2018 wuchs der Dienst, derzeit werden damit rund 209 Kunden (2017:198, 2014: 132) mit virtuellen Firewalls (VFW) bedient. Alle Firewalls werden auf der neuen Plattform, auf Basis von pfsense, betrieben. Zur Verbesserung der Service-Qualität wurden 6 neue Server (Dell R740) beschafft, und an die Standorte bzw. für weitere Tests installiert. Dies brachte eine deutliche Verbesserung des Durchsatzes.

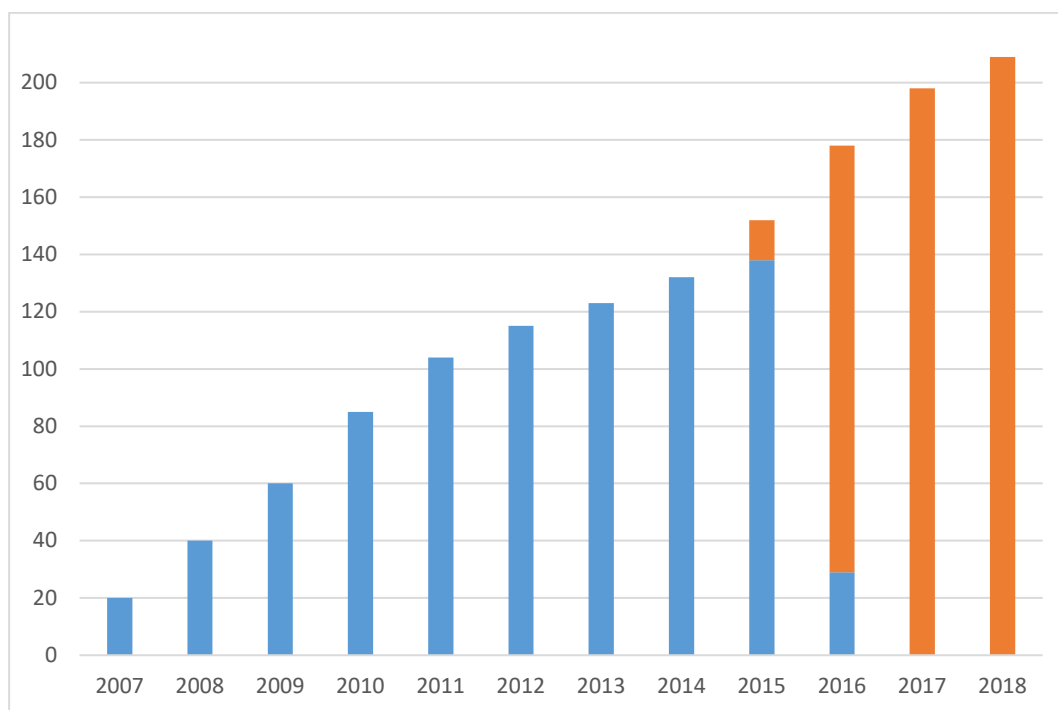


Abbildung 10: Anzahl der virtuellen Firewalls; FWSM (blau), pfsense (orange)

Das Konzept des Systems (virtualisierte Infrastruktur, VMs für die Kunden) 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. Leider gab es durchaus kleinere Störungen (<2h im Jahr) im Betrieb der Firewalls, die z.T. ihren Ursprung in Updates bzw. Konfigurationsfehler hatten. Diese wurden behoben. Die Firewalls werden 24/7 mit Check_Mk überwacht. Der Durchsatz durch die Firewall-Instanzen hat sich deutlich verbessert, wenn auch hier weiterer Optimierungsbedarf, z.B. bei der Verteilung der Systeme innerhalb eines Clusters vorliegt.

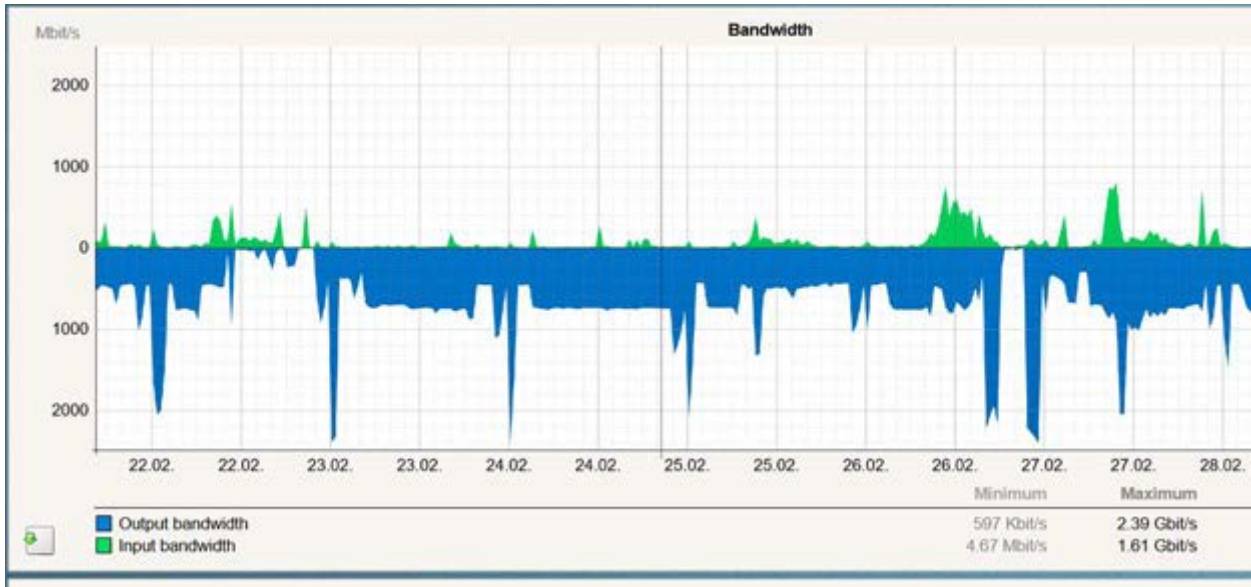


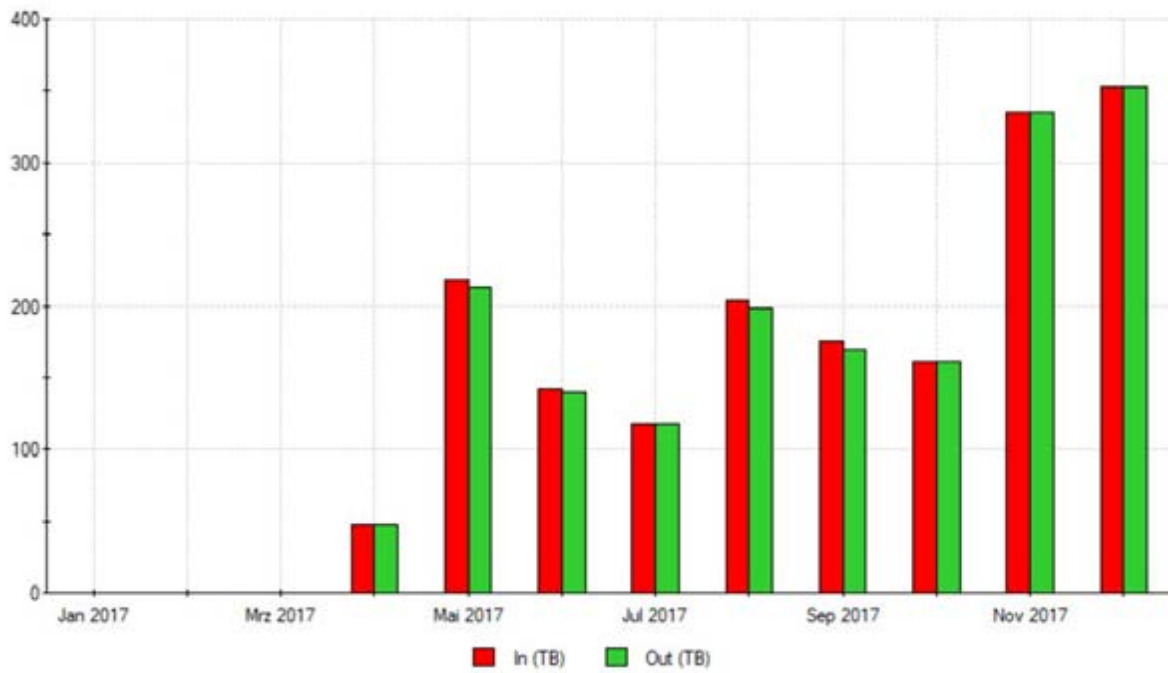
Abbildung 11: Durchsatz an einer exemplarischen Firewall

Der Vergleich zwischen dem Jahr 2017 und 2018 zeigt auch deutlich, wie das Volumen über die Instanzen (hier fw8-wr) zugenommen hat.

MWN Interfaces Volume Sum Monthly

Generated: 01.12.2017 - 00:00:00
 Periodicity: Monthly
 Report for: Firewall 8 WR

Volumen Summe



MWN Interfaces Volume Sum Monthly

Generated: 01.12.2018 - 00:00:00
 Periodicity: Monthly
 Report for: Firewall 8 WR

Volumen Summe

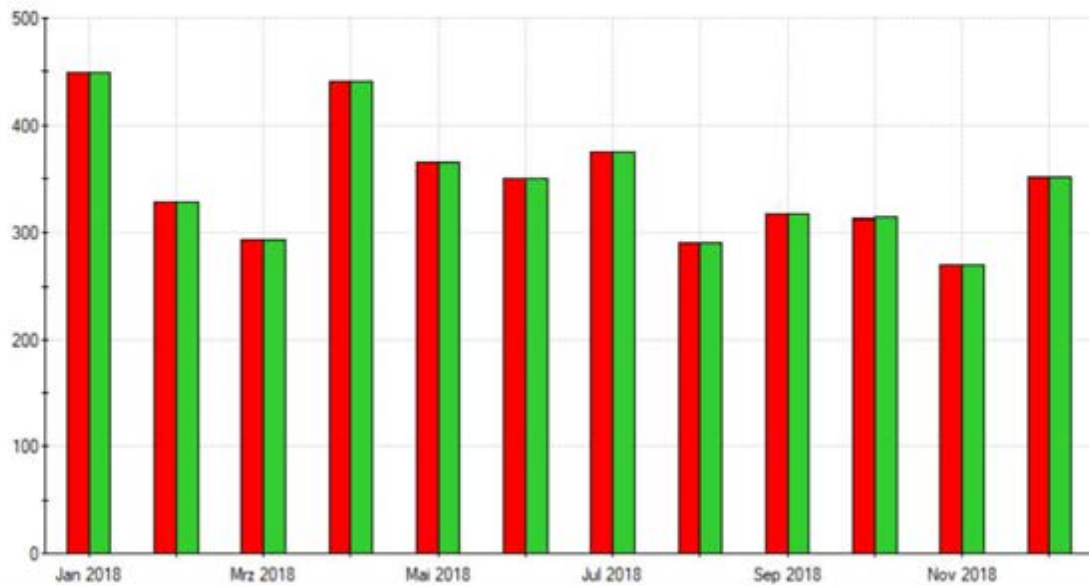


Abbildung 12: Monatliche Summe des Durchsatzes über einen Firewallserver am LRZ

Insgesamt wurden im Jahr 2018 ca. 20 Petabyte (2017: 17 PByte) über alle Firewalls geleitet.

Schulungen zur Bedienung und Nutzung der neuen Firewall werden regelmäßig durchgeführt. Da sich dieses Konzept bewährt hat, werden auch weiterhin regelmäßig Schulungen angeboten werden. Darüber hinaus werden weitere Tests durchgeführt, um die Performance weiter zu verbessern.

5.5 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.

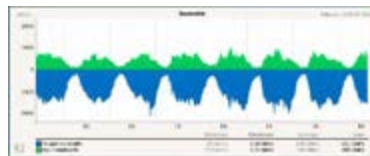


Abbildung 13: secomat1

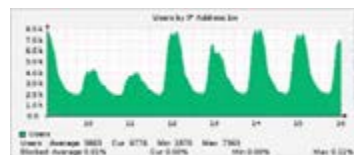


Abbildung 14: secomat2

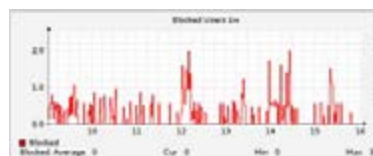


Abbildung 15: secomat3

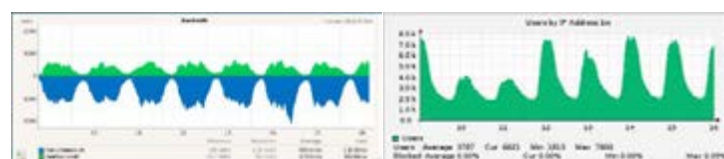


Abbildung 16: secomat4

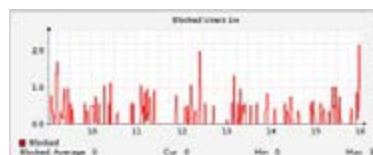


Abbildung 17: secomat5

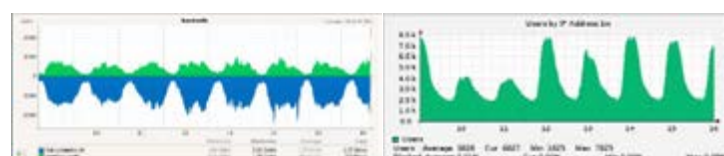


Abbildung 18: secomat6

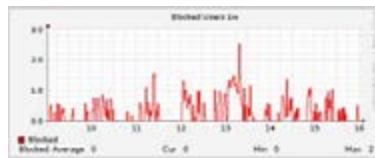


Abbildung 19: secomat7



Abbildung 20: secomat8

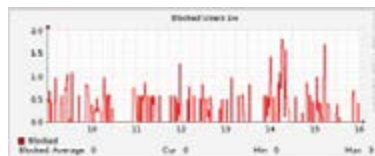


Abbildung 21: secomat9

In der Spitze verarbeitete der Secomat 52.000 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. 7,4 Gbit/s
MWN ausgehend	ca. 1,9 Gbit/s

Der in einer am LRZ betreuten Bachelor-Arbeit entstandene Prototyp des Secomat 2.0 (siehe Jahresbericht 2015) wurde in LRZ-weit eingesetzte Bereitstellungsverfahren (z.B. Ansible) integriert und die Hochverfügbarkeitsfunktionalität an aktuelle Betriebssystemversionen angepasst. Bei der Erstinstallation des Secomat 2.0 traten gravierende Mängel des Prototyps zu Tage und haben einen Rollout bisher leider nicht zugelassen. Da die Mängel behebbar sind, ist ein Rollout aber grundsätzlich möglich.

5.6 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 von Schadsoftware, zu vermeiden.

Im MWN wird flächendeckend neben dem IPv4-Protokoll auch IPv6 eingesetzt. Sicherheitsmechanismen und nachgelagerte, zentrale Auswertung müssen daher auch mit Events beider Versionen umgehen können. Beim Einsatz der SIEM-Lösung gab es in 2018 im Hinblick auf die vollständige Unterstützung von IPv6 sowie der Auswertung der Flow-Daten und der darauf basierenden Erkennung von Verkehrsanomalien sowie der Erstellung von Traffic-Statistiken gute Fortschritte – auch aufgrund der intensiver Begleitung durch den Hersteller. Das LRZ sucht aber weiterhin nach Alternativen Dazu gab es

2018 erste Tests, die Anfang 2019 fortgesetzt werden. Bis zur Produktivführung der neuen SIEM-Lösung bleibt die bisherige im Einsatz, so dass das Security-Monitoring und die damit verbundenen Automatismen weiterhin greifen.

Parallel zu der LRZ-eigenen Erkennung von auffälligem Kommunikationsverhalten meldet das DFN-CERT täglich über seinen Dienst *Automatische Warnmeldungen* Vorfälle auf die es im Zusammenhang mit IP-Adressen des LRZ aufmerksam gemacht worden ist. Dies können z.B. Portscans, Account Probes oder Malware-Befall sein, die im Allgemeinen darauf hinweisen, dass das jeweilige System von Angreifern kontrolliert wird. Es werden aber auch Schwachstellen von Systemen gemeldet, die von potentiellen Angreifern ausgenutzt werden könnten. Diese automatisch erstellten Informationen werden an die betroffenen Einrichtungen gesammelt weitergeleitet und enthalten normalerweise einen Zeitstempel, der angibt, wann das Problem zuletzt beobachtet wurde. Daneben werden die Einrichtungen des DFN aber auch auf gravierendere Probleme wie einen Einbruch in einen Server oder ähnliches zeitnah und direkt informiert.

Im Jahre 2018 erhielt das LRZ vom DFN-CERT täglich bis zu 70 Warnhinweise, die dann umgehend an die für diese IP-Adresse zuständigen Netzverantwortlichen weitergegeben wurden. Aus der untenstehenden Abbildung kann man entnehmen, dass die Bearbeitung der Warnhinweise durch die Netzverantwortlichen dann meist umgehend erfolgte.

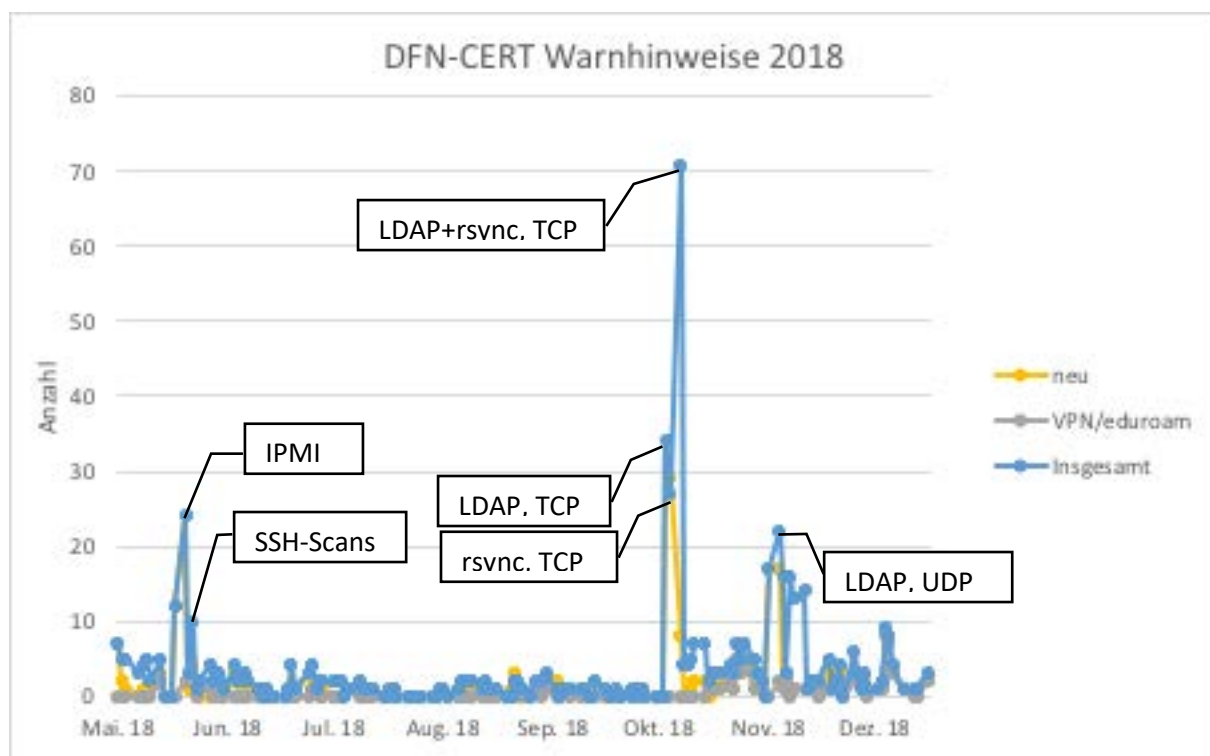


Abbildung 22: Anzahl der DFN Warnmeldungen im Berichtsjahr

5.7 Sicherheits- und Netzmanagement: Nyx

Das Sicherheits- und Netzmanagementsystem Nyx ermöglicht die Lokalisierung von Rechensystemen im MWN. Insgesamt gab es bei Nyx ruhigen Betrieb. Bei allen Werten gab es keine deutliche Steigerung, die Durchschnittswerte bleiben auf hohem Niveau.

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.

Tabelle 2: Anzahl der Geräte pro Woche

	2015	2016	2017	2018	Zuwachs (Basis 2017)
Maximale Anzahl	209.303	220.301	223.727	222.275	- 0,64 %
Minimale Anzahl	54.520	42.818	71.938	51.125	- 28,9 %
Durchschnitt	156.328,071	170.418,545	180.692,184	175.761,193	- 2,73 %

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

Das Self-Service-Portal Nessi für Netzverantwortliche, befindet sich unter <https://nessi.lrz.de/NeSSI/>. Das Portal erlaubt es, administrative Tätigkeiten selbst und unabhängig vom LRZ auszuführen. Der Login erfolgt mit der SIM-Kennung, die vom Netzverantwortlichen beim LRZ hinterlegt ist. Es erlaubt:

- Die IP zu Mac-Adress-Zuordnung, sowie des Switchports, sowie des Standorts und falls hinterlegt die Dose des zugehörigen Rechners zu ermitteln.
- Zuordnung von Mac zu DHCP-Adressen (falls durch LRZ-DHCP Server vergeben)
- Gesperrte Rechner selber zu entsperren.



Abbildung 23: Nessi Interface, Datenanzeige aus dem LRZ-DHCP-Server

Für die Zukunft ist geplant, mittels des Portals auch Switchports zwischen VLANs schalten zu können.

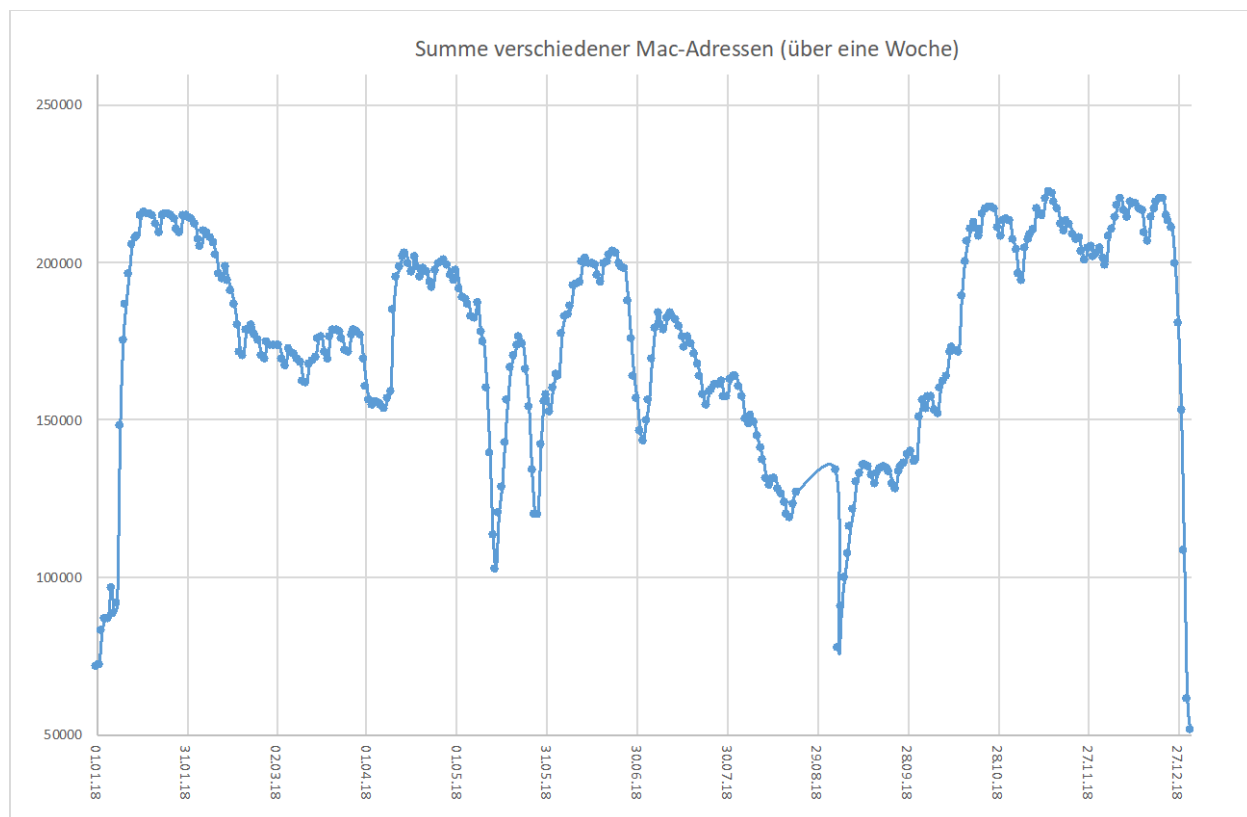


Abbildung 24: Anzahl der MAC-Adressen pro Woche

5.9 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 im Jahr 2018 erkannter Schadprogramme sind Andromeda und XCodeGhost. Selbst der im Jahr 2009 bekannt gewordene Conficker-Virus wurde noch Ende 2018 erkannt.

Um die Erkennungsleistung des NIDS noch weiter zu steigern und zukunftsfähig zu machen, wurde im Jahr 2018 das im Rahmen einer studentischen Abschlussarbeit entwickelte Mehr-Sensor-Konzept implementiert. Für die Verteilung des Netzverkehrs an die ebenfalls in diesem Jahr erneuerten NIDS-Sensoren ist ein Paket Broker System, der nun den Traffic per Taps direkt vom Netzkabel, statt wie bisher vom Router weitergeleitet, erhält, dort asymmetrisch gerouteten Traffic zusammenführt, nicht erwünschte Kommunikation ausfiltert und per Load-Balancing an die Sensoren verteilt, zuständig. In den Sensoren selbst werden aktuell verschiedenen Netzwerkkarten evaluiert, um auch hier noch eine verbesserte Verarbeitungsgeschwindigkeit zu erreichen. Unterstützt werden die Mitarbeiter des LRZ Abuse-Response-Teams hierbei von einem sehr erfahrenen Entwickler der am LRZ eingesetzten NIDS-Software Suricata. Die in diesem Jahr durchgeführte Erhöhung der Bandbreite am X-WiN-Übergang bereitete mit Umsetzung dieser Maßnahmen keine nennenswerten Probleme.

Das jetzt zur Verfügung stehende Paket Broker System ermöglichte LRZ-Mitarbeiter in diesem Jahr eine Reihe am Markt erhältlicher, auf die Sicherheits-technische Analyse des Netzverkehrs spezialisierte Produkte parallel zum produktiven Security-Monitoring zu evaluieren. Auch hier hatten einige Produkte mit der Verarbeitung der sehr großen Anzahl an Flow-Daten teils massive Probleme. Nach Abschluss der Tests hat das LRZ noch Hard- und Software in einer Basiskonfiguration beschafft und wird darauf basierend in 2019 das Security-Monitoring weiter ausbauen.

5.10 Pentesting as a Service

Im Frühjahr 2018 hat sich das LRZ entschieden, einen neuen Dienst zu entwickeln: Pentesting-as-a-Service. Dieser soll Kunden des LRZ dabei unterstützen, ihre Anwendungen oder Infrastruktur auf

Schwachstellen, die von Angreifern ausgenutzt werden können, zu untersuchen. Es wurden mehrere Kunden befragt, um deren Wünsche und Anforderungen an so einen Dienst zu spezifizieren. Ein erstes Pilotprojekt mit einer kommerziellen Software wurde durchgeführt, wodurch die Anforderungen der Kunden noch einmal konkretisiert werden konnten. In 2019 wird eine erste Version des Konzepts vorgestellt und Software verschiedener Hersteller untersucht.

6 IT-Basisdienste

Die Bereitstellung von IT-Basisdiensten für die Universitäten und Hochschulen in München ist eine der wichtigsten Aufgaben des LRZ. Dazu zählen alle E-Mail- und Groupware-Dienste einschließlich Spam- und Virenabwehr, E-Mail-Verteilerlisten, das Identity Management, mit dem alle Dienste des LRZ erst genutzt werden können, sowie die Bereitstellung von Servern für das Webhosting.

Auch das Desktop-Management für Windows- (MWN-PC) oder Apple-Geräte (MWN-MAC) wird sehr gut angenommen.

In den vergangenen Jahren kamen neue IT-Basisdienste dazu: GitLab für Software-Projekte oder die Unterstützung der Digitalen Geisteswissenschaften.

6.1 E-Mail

6.1.1 Organisatorische Änderungen

Mit Wirkung zum 1. November 2018 wurde die bisherige Gruppe Directories und E-Mail in zwei Gruppen geteilt: Identity Management sowie E-Mail und Groupware.

Zu Beginn des Jahres wurde die komplette Dokumentation der Dienste von E-Mail und Groupware überarbeitet und auf die neue LRZ-weite Dokumentationsplattform <https://doku.lrz.de> migriert.

6.1.2 Änderungen an der Infrastruktur

Das Tool zur automatischen Migration von Mailbox-Inhalten wurde in das ID-Portal integriert. Damit steht es jetzt für alle Projekte in Identity Management System (SIM) für eine Migration nach Exchange zur Verfügung.

Die Anzahl der postrelay-Server wurde von zwei auf vier verdoppelt, um immer wieder auftretende Lastspitzen besser abfangen zu können.

Für Exchange wurden zwei neue Backup-Server beschafft und in Betrieb genommen. Auch hier stieg mit der Nutzung die Belastung weiter an und kann so kompensiert werden.

Die bestehenden Exchange-Server wurden mit weiteren Festplatten ausgestattet, um für das weitere Wachstum gerüstet zu sein.

Am 1. Oktober wurde nach langer Vorlaufzeit der MyTUM-Mailserver abgeschaltet.

6.1.3 Erweiterung der Anti-Spam-Maßnahmen

Nachdem Google Mail die Anti-Spam Richtlinien verschärft hat wurden für alle Domains, die für den Versand die Postout nutzen, passende SPF-Records erzeugt und im DNS eingetragen soweit das LRZ für den Betrieb des DNS zuständig ist. Ohne SPF-Records besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass die versandten E-Mails im Spam-Ordner landen oder sogar abgelehnt werden.

Bei der Spam-Filterung in den Mailboxen wurde für alle Benutzer die Filterregel aktiviert, dass als Spam markierte E-Mails in den Spam-Ordner verschoben werden.

Der subscribe-Spam bei mailman wurde mit weiteren Gegenmassnahmen abgewehrt. Diese sind die Aktivierung von CSRF-tokens im Webformular und Implementierung einer eigenen Captcha-Abfrage für Anwender ausserhalb des Münchner Wissenschaftsnetzes. Dadurch konnte die IP-Beschränkung wieder aufgehoben werden und das Webinterface des mailman-Dienstes kann wieder wie gewohnt weltweit benutzt werden.

Eine weitere Massnahme um versandte E-Mails als legitim zu kennzeichnen ist das digitale Signieren von E-Mails (Stichwort DKIM). Dies wurde für die Domains lmu.de, campus.lmu.de und lrz.uni-muenchen.de ebenfalls aktiviert.

6.1.4 Statistiken zur Mailnutzung

6.1.4.1 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 2018 bei ca. 848.660 E-Mails pro Tag. Davon wurden durch die Spam- und Virenabwehr 73% direkt abgewiesen und damit 7% weniger als im Vorjahr, in dem das Verhältnis von Ham zu Spam noch bei 1:4 lag – Details siehe nachfolgende Tabelle. Interessant ist, dass das E-Mail-Aufkommen gegenüber dem Vorjahr insgesamt um ca. 280.000 pro Tag gefallen ist und damit wieder das Niveau von vor 2 Jahren erreicht hat. Dabei ist der Anteil der „guten“ E-Mails um ca. 7 % gestiegen. Eine große Aufgabe war die Abwehr der schädlichen E-Mails von der emotet-Schadsoftware im vierten Quartal und die Beratung der Benutzer, deren Adressen von der Schadsoftware als Absender missbraucht wurden. Von normalerweise wenigen hundert virenverseuchter E-Mails pro Monat waren es in diesem Zeitraum mehrere tausend und im Dezember schließlich über 45.000.

Tabelle 3: 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)	620.917	73,16 %
als Spammails erkannt	7.700	0,91 %
als Virenmails erkannt	177	0,02 %
Von den Post- und Mailrelays angenommene E-Mails		
„gute“ E-Mails	214.225	25,24 %
als mögliche Spammails markiert	5.641	0,67 %
Gesamt	ca. 848.660	100,00 %

6.1.4.2 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 97 (Vorjahr 113) Mailserver im MWN mit insgesamt 345 (Vorjahr 384) verschiedenen Maildomains in Anspruch.

Tabelle 4: Nutzung des Relaydienstes

Einrichtung	Mailserver im MWN		Domains	
Ludwig-Maximilians-Universität München	26	(27)	110	(113)
Technische Universität München	42	(55)	115	(149)
andere Hochschulen und hochschulnahe Einrichtungen	29	(31)	122	(122)

Einrichtung	Mailserver im MWN		Domains	
Gesamt	97	(113)	345	(384)

6.1.4.3 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 2018 waren am LRZ 196 (Vorjahr: 213) virtuelle Mailserver mit 535 Domains (Vorjahr 558) eingerichtet. Eine Aufteilung auf die Hauptnutzer ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 5: Nutzung des Mailhostings

Einrichtung	virtuelle Mailserver		Domains	
Ludwig-Maximilians-Universität München	91	(91)	149	(150)
Technische Universität München				
über LRZ-Benutzerverwaltung	14	(34)	22+19	(58+16)
über TUMonline			185+19	(180+16)
Bayer. Akademie der Wissenschaften (inklusive LRZ)	43	(44)	81	(87)
Hochschule München	2	(2)	4	(4)
andere Hochschulen und hochschulnahe Einrichtungen	46	(42)	75	(63)
Gesamt	196	(213)	535	(558)

Die Angabe „+19“ bedeutet, dass sich Ende des Jahres 19 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 2018 weiter vorangeschritten ist. Es kommen aber auch laufend neue Domains hinzu, insbesondere im Bereich anderer Hochschulen und hochschulnahen Einrichtungen.

6.1.4.4 Nutzung der POP/IMAP-Messagestores

Die Anzahl der Postfächer an den POP/IMAP-Servern ging gegenüber dem Vorjahr wieder leicht zurück (76.936 gegenüber 86.390 zum Jahresende 2017). Der Rückgang betraf im Wesentlichen zur einen Hälfte den nur noch für Altnutzer betriebenen mytum-Mailserver, der am 1. Oktober 2018 außer Betrieb ging und zur anderen Hälfte hatten weniger Studenten der LMU ein eigenes Postfach. Nachfolgend eine Aufteilung nach Server bzw. Benutzergruppen:

Tabelle 6: Nutzung der POP/IMAP-Server

POP/IMAP-Server für ...	Anzahl Benutzer
... Mitarbeiter der vom LRZ bedienten Einrichtungen (Mailserver „mailin“):	

POP/IMAP-Server für ...	Anzahl Benutzer
Ludwig-Maximilians-Universität München	8.118
Technische Universität München	4.695
Bayer. Akademie der Wissenschaften (inklusive LRZ)	207
Hochschule München	222
andere bayerische Hochschulen	55
andere wissenschaftliche Einrichtungen	2.862
... Mitarbeiter und Studenten der TU München (Mailserver „mytum“)	1.932
... Studenten der Ludwig-Maximilians-Universität München (Campus ^{LMU}) (inkl. Mitarbeiter, die ihre Campus ^{LMU} -Mailadresse behalten haben)	56.332
... Studenten anderer Münchner Hochschulen	2.513
Gesamt	76.936

6.1.4.5 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 *lmu.de* und zum anderen um Adressen von Alumni der TU München.

Tabelle 7: Nutzung des Weiterleitungs-Service

Einrichtung	Weiterleitungen
Ludwig-Maximilians-Universität München (Domain lmu.de)	15.451
Technische Universität München (Alumni)	101.679
Gesamt	117.130

6.1.4.6 Nutzung von E-Mail-Verteilerlisten

Das LRZ bietet seinen Nutzern die Möglichkeit eigene E-Mail-Verteilerlisten einzurichten (auf Basis von *Mailman*). Ende 2018 gab es 1.769 Listen (Vorjahr: 1.567), die sich wie folgt verteilten:

Tabelle 8: Nutzung von E-Mail-Verteilerlisten

Einrichtung	E-Mail-Verteilerlisten
Ludwig-Maximilians-Universität München	513
Technische Universität München	929
Bayer. Akademie der Wissenschaften (inklusive LRZ)	208
andere Hochschulen und hochschulnahe Einrichtungen	119
Gesamt	1.769

6.2 Exchange

Einige weitere Domains der staatlichen Museen wurden ans LRZ migriert. Im Dezember kam Biotopia als weiterer Kunde hinzu.

6.2.1 Migration von Domains nach Exchange

Die TUM hat damit begonnen, die noch im Standard-Mailhosting betriebenen Domains entweder zu löschen oder nach Exchange zu migrieren. Langfristiges Ziel ist, alle TUM-Domains nur noch in Exchange zu betreiben.

Nachdem Mitte des Jahres bei der LMU auch ein Campusagreement mit Microsoft abgeschlossen wurde, haben nun auch Einrichtungen der LMU begonnen, Ihre Mail-Domains nach Exchange zu migrieren. Bevor eine Einrichtung bzw. SIM-Projekt migriert werden kann, müssen allerdings die Kennungen zuvor konsolidiert werden.

6.2.2 Nutzung des Exchange-Dienstes

Auch in 2018 war wieder ein deutliches Wachstum der Exchange-Nutzung zu verzeichnen: Die Benutzerzahlen stiegen zwar nur leicht auf ca. 88.800 gegenüber 85.000 zum Jahresende 2017 (+ 4,5 %), aber der Speicherplatz für die Mailboxen stieg ähnlich stark wie im letzten Jahr um 10 TByte auf aktuell gut 41 TByte (+ 24 %).

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

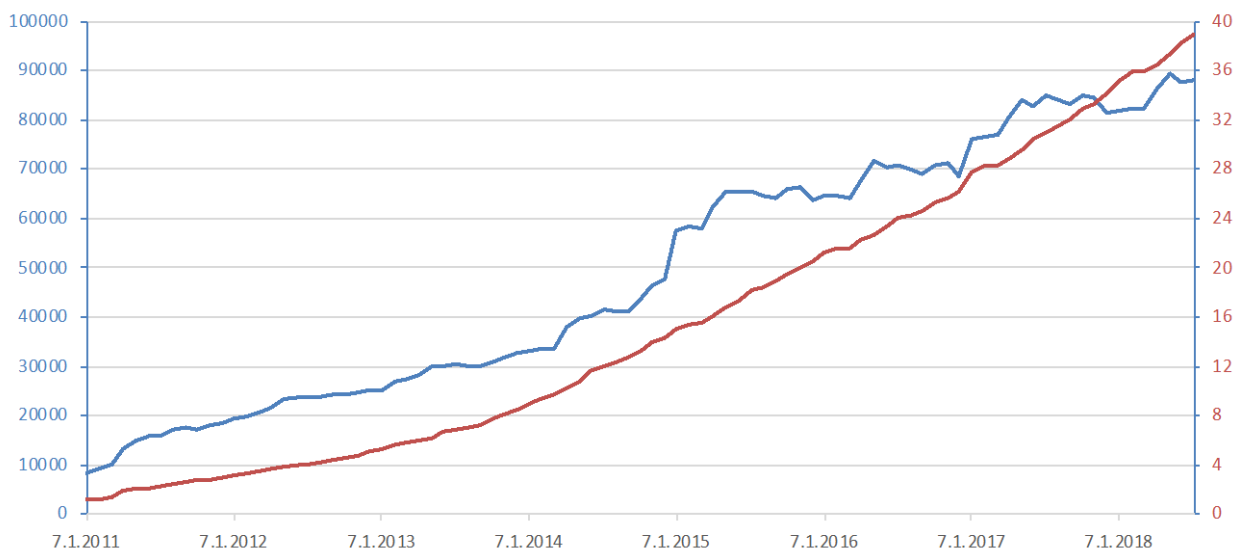


Abbildung 25: Entwicklung der Exchange-Nutzung seit 2011

Ende 2018 haben sich die Nutzer dabei wie folgt auf die teilnehmenden Einrichtungen verteilt:

Tabelle 9: Nutzung des Exchange-Dienstes in 2018

Einrichtung	Exchange-Nutzer
Ludwig-Maximilians-Universität München	3.197
Technische Universität München	49.361
Hochschule München	25.994
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf	7.995
Katholische Stiftungsfachhochschule	445
Akademie der Bildenden Künste	52
Staatliche Museen	308
Bayer. Akademie der Wissenschaften (inklusive LRZ)	1.379

Biotopia	49
Gesamt	88.783

6.3 Webhosting

6.3.1 Umfangreiche PHP-Upgrade-Aktion

Ab Anfang des Jahres 2019 wird ein großer Teil der im Webhosting eingesetzten PHP-Versionen von den PHP-Entwicklern nicht mehr unterstützt. Es sind daher größere Upgrades in allen bereitgestellten Betriebsumgebungen nötig, die mit den Betreibern individuell abgesprochen werden müssen, da die Funktionsfähigkeit des jeweiligen Webauftritts unmittelbar an die vorhandene PHP-Version geknüpft ist. Im Lauf des Jahres 2018 wurden hierfür bereits zahlreiche Vorbereitungen getroffen und auch bereits mehrere Webauftritte auf neuere PHP-Versionen umgestellt. Ende 2018 wurden alle Nutzer des LRZ-Webhostings über die Upgrade-Planung informiert. Der Umstieg auf eine aktuellere PHP-Version ist seither auf Zuruf jederzeit möglich.

6.3.2 Entwicklung einer neuen Verwaltung für das Webhosting

Im Zuge der anstehenden betrieblichen Umstellungen (Wechsel des Server-Betriebssystems von SuSE Enterprise Linux nach Debian GNU/Linux, Major Upgrades bei PHP, Major Typo3-Upgrade der Typo3-Instanzen der TUM usw.) ist es notwendig, die zur Pflege der Webserver benötigten Verwaltungs-Tools komplett neu zu schreiben. Zu diesem Zweck wurde ein Software-Projekt in Ruby on Rails gestartet, das die bisher in Perl implementierten Skripte zur Webserver-Verwaltung ablösen wird und die Zukunftsfähigkeit der neuen Verwaltung sicherstellen soll. Die neue Rails-Verwaltung wird moderne Techniken wie Chef nutzen, um die Konfigurationen auf die Webmaschinen zu verteilen. Die Entwicklung ist überdies gestützt auf GitLab, mit dem die Codebasis verwaltet wird, sowie aufRSpec, einem Testing-Framework für Ruby und Ruby on Rails.

Das Projekt ist langfristig angelegt. Es wird versucht, die dazu notwendige Konzept- und Programmierarbeit in möglichst kleinen Schritten zu bewerkstelligen, so dass der Umstieg vom alten auf das neue Verwaltungsverfahren den laufenden Betrieb möglichst wenig unterbrechen wird.

6.3.3 GitLab

GitLab ist eine Web-Plattform für Software-Projekte auf Basis der Versionsverwaltung Git. GitLab ermöglicht die Zusammenarbeit an Code und erleichtert diese durch verschiedene Hilfsmittel wie ein Issue Board zum Bugtracking, grafische Merge Requests und andere. Ein besonderes Feature ist GitLab CI, ein Werkzeug zur kontinuierlichen Integration, mit dem Code nach Änderungen automatisiert kompiliert, getestet und ausgeliefert werden kann. Zudem bietet GitLab eine Container-Registry für die Arbeit mit virtuellen Docker-Containern.

6.3.3.1 Geschichte und Entwicklung von GitLab am LRZ

Eingeführt wurde GitLab am LRZ im Jahr 2015. Seitdem erfreut sich der Dienst kontinuierlicher sowie stetig steigender Beliebtheit. Von 2017 auf 2018 hat sich die Anzahl der Projekte erneut (beinahe) verdoppelt (Ende 2016: 5.600 Projekte, Ende 2017: ca. 11.600 Projekte, Ende 2018: ca. 20.600 Projekte). Auch die Zahl der Nutzer stieg um ca. 66 Prozent im Vergleich zum Vorjahr (Ende 2017: ca. 8.400 Nutzer, Ende 2018: ca. 14.000 Nutzer). Der beanspruchte Speicherplatz stieg bis Ende 2018 um 92 Prozent von 969 Gigabyte auf 1.864 Gigabyte (ca. 1,8 Terabyte).

Die nachfolgenden Grafiken illustrieren die Entwicklung der Nutzerzahlen, der Anzahl an Projekten, Issues im Issue Board sowie den Speicherplatzverbrauch seit dem Start des Dienstes.

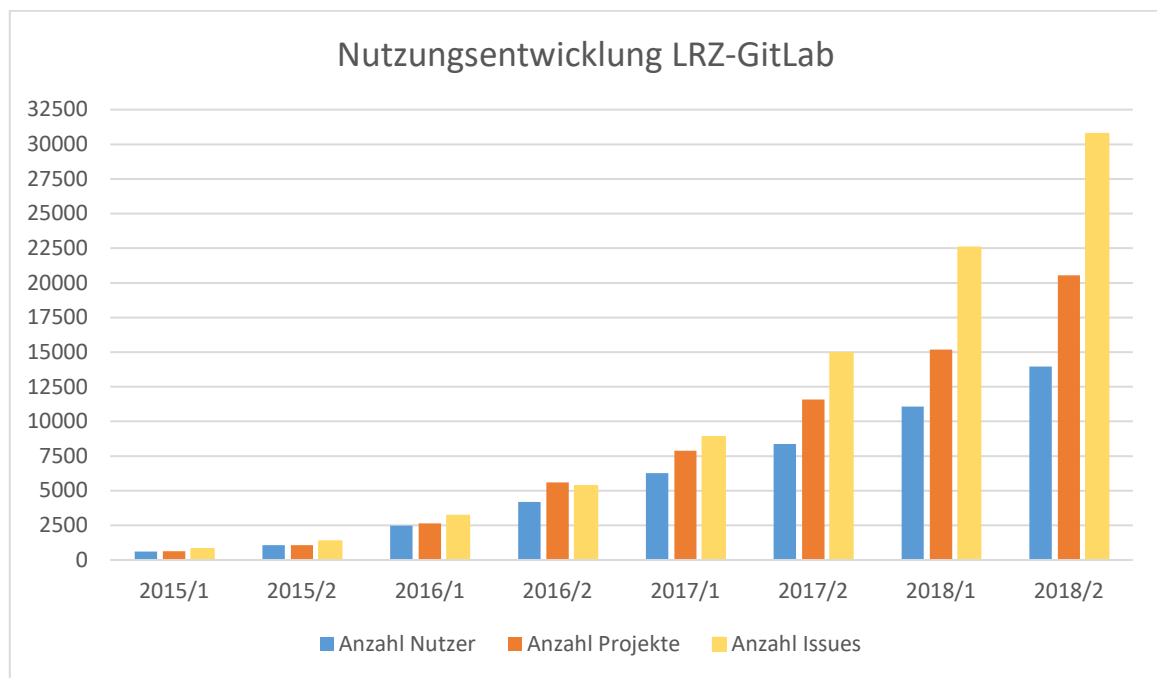


Abbildung 26: Entwicklung LRZ-GitLab Nutzung seit 2015

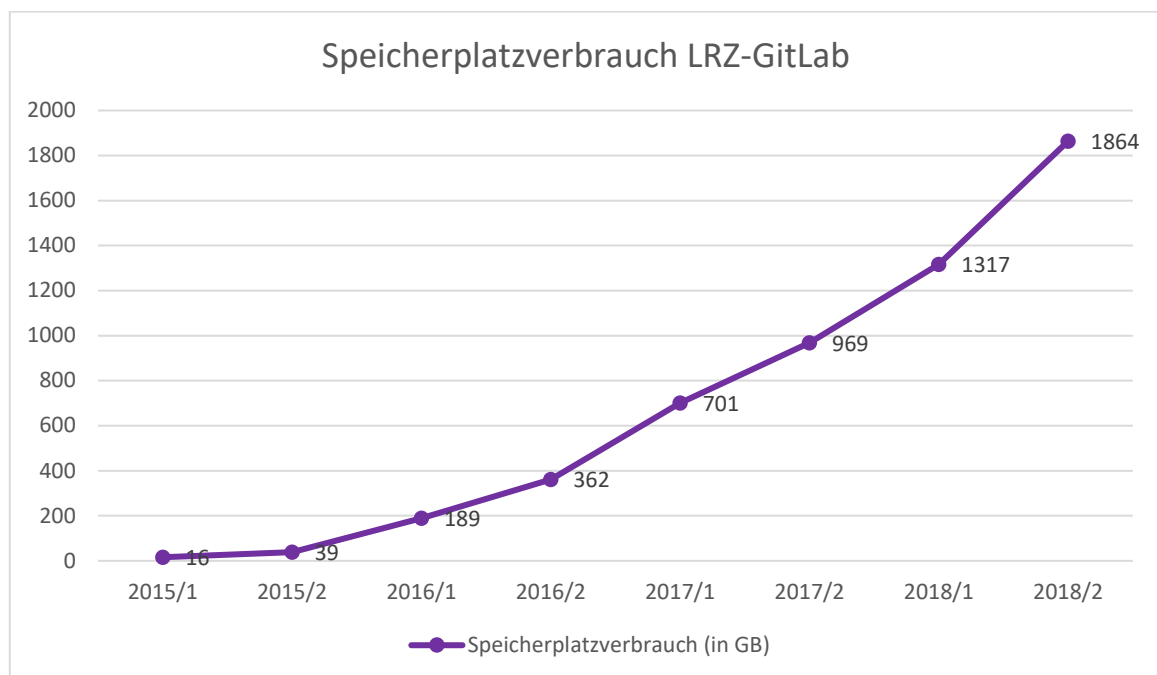


Abbildung 27: Speicherplatzverbrauch LRZ-GitLab seit 2015

6.3.3.2 Kundenstimmen

"GitLab ist eine enorme Bereicherung und wesentliche Erleichterung unserer Prozesse"

Im Laufe der fast vier Jahre, die GitLab inzwischen am LRZ in Betrieb ist, hat sich der Dienst für viele Institutionen und Arbeitsgruppen im Umfeld der Münchner Hochschulen und Forschungsinstitute zu einem unverzichtbaren Bestandteil ihrer Arbeit entwickelt. So berichtet das Dezernat Informations- und Kommunikationstechnik der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU), das zentrale IT-Dienstleistungen für die Hochschule bereitstellt: "Aktuell haben wir 18 Gruppen und 84 Repositories im GitLab des LRZ und bauen weiterhin stark aus. Für uns ist das LRZ-GitLab eine enorme Bereicherung und eine wesentliche Erleichterung unserer Prozesse. Wir wollen es gar nicht mehr missen."

Auch die Bayerische Akademie der Wissenschaften nutzt das LRZ-GitLab in großem Umfang, beispielsweise für Softwareprojekte im Rahmen der Arbeit am Mittellateinischen Wörterbuch oder für den BAAdW-Publikationsserver. Besonders geschätzt wird der niedrighschwellige Einstieg sowie die Möglichkeit des experimentellen Arbeitens, da GitLab-Projekte rasch angelegt sind und durch die Versionierung mit Git Fehler schnell wieder ungeschehen gemacht werden können. Ein BAAdW-Mitarbeiter äußert sich lobend: "GitLab erleichtert die Einführung von professionellem Software-Design erheblich. Durch die Nutzung des LRZ-GitLab ist unsere Arbeitsweise strukturierter und weniger fehleranfällig geworden. Künftig wollen wir zudem verstärkt die Möglichkeiten der kontinuierlichen Integration nutzen, die das LRZ-GitLab bietet."

Wie die Rückmeldung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften und zahlreiche andere Kundenstimmen zeigen, gewinnt das eingangs beschriebene Werkzeug GitLab CI im Entwickleralltag zunehmend an Bedeutung. Kontinuierliche Integration bedient das Bedürfnis von Softwareentwicklern nach der Minimierung von Fehlerquellen im komplexen Prozess der Entwicklung, des Testens und des Ausliefern von Softwareprodukten. Zur Nutzung von GitLab CI werden sogenannte CI-Runner benötigt, die derzeit jedoch noch von den GitLab-Nutzern selbst betrieben werden müssen. Um den Bedürfnissen der GitLab-Nutzer künftig noch weiter entgegenzukommen, plant das LRZ, den GitLab-Nutzern einen allgemein nutzbaren CI-Runner zur Verfügung zu stellen.

6.3.3.3 Ausblick: Neue Infrastruktur mit GitLab Ultimate

Das LRZ-GitLab wächst und wächst. Um weiterhin die gewohnte Qualität und Verfügbarkeit von GitLab gewährleisten zu können und außerdem bei gleichbleibender Personallage den wachsenden Ansprüchen an den Dienst Rechnung zu tragen, plant das LRZ eine umfassende Restrukturierung der GitLab-Systemarchitektur. In diesem Zuge soll außerdem die Ultimate-Version von GitLab eingeführt werden, die zum Beispiel Unterstützung für Kubernetes-Cluster sowie Agile Delivery und Portfolio-Management für die agile Softwareentwicklung mitbringt.

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 2018 wurden Teile der externen Dokumentation für Endkunden des LRZ nach Confluence vorbereitet umgezogen. Im Rahmen des 47k-Projektes dient Confluence der Dokumentensteuerung.

Für die TUM betreibt das LRZ eine weitere Confluence Instanz mit inzwischen über 1.100 (850) Spaces und über 75.000 (50.000) Seiten. Analog wurde in 2018 auch eine Confluence Instanz für die LMU aufgebaut die derzeit in der Pilotphase ist und im Sommer 2019 produktiv gehen soll.

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.

Der Ausbau des in 2017 in Betrieb genommenen, selbst entwickelten Teiladminportals (TAP) für eine delegierte Verwaltung der MWN-PCs schreitet voran. Neben zahlreichen kleineren Anpassungen ist inzwischen auch das Neuanlegen einer ganzen Einrichtung für den MWN-PC vollautomatisiert. Mit der Einführung des TAP konnte die Anzahl der Incidents zum MWN-PC drastisch reduziert werden.

Um das verfügbare Software Repository stets aktuell zu halten und an die Bedürfnisse der Nutzer auszurichten, wurden auch im vergangenen Jahr fortlaufend Software-Pakete aktualisiert, sowie neue Software in das Repository eingepflegt. Insgesamt stehen derzeit über 1.080 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 6.700 (5.300) Client-Systeme und 273 (270) 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 2018 wie in Tabelle 10 zusammen:

Tabelle 10: Aktive Clients im MWN-ADS der letzten 180 Tage

LRZ	97	60 (40)	271 (267)
BAdW			317 (232)
ADBK		42 (35)	
HM	302		210 (206)
TUM	6.310	120 (65)	5.068 (4.148)
LMU	1.337	113 (46)	824 (399)
MTMH		7 (7)	47 (47)

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.

Das Modell TUM-PC wurde in leicht abgewandelter Form für die HM und LMU portiert. Hier ist aber 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 372 (253) Einrichtungen aus dem MWN im System registriert.

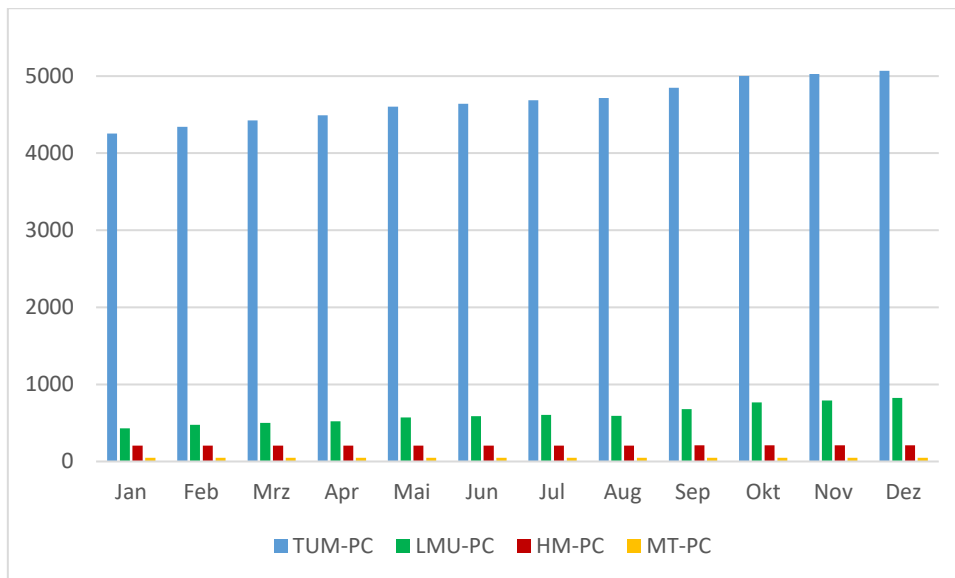


Abbildung 28: Entwicklung des MWN-PCs in 2018

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 App Store 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

ADBK	42 (35)	1
LMU	113 (46)	2
LRZ	60 (40)	29 (30)
MTMH	7 (7)	
TUM	120 (65)	317 (192)

6.6 Benutzerverwaltung und Verzeichnisdienste

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 wird über Entwicklungen im IDM-Dienst- und Serverbetrieb, im Frontend sowie in den angebundenen Diensten und Plattformen berichtet. Danach folgen der Stand der IDM-Kopplungen mit den beiden Münchner Universitäten und weiterer bayerischer Hochschulen 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 die Identity-Provider für die Münchner Universitäten betreibt.

6.6.1 Für LRZ-Systeme vergebene Kennungen

Die nachfolgende Tabelle 11 gibt einen Überblick über die vom LRZ an Hochschuleinrichtungen vergebenen Berechtigungen, und zwar pro Dienst bzw. Plattform und mit Stand von Ende 2018. Die Kennungen für den Höchstleistungsrechner SuperMUC (insgesamt 4.721) 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.

6.6.2 Identity Management und Verzeichnisdienste

Das LRZ Identity-Management-System regelt zentral den Zugang zu den vielfältigen Dienstangeboten des LRZ. In LRZ-SIM werden die für die Authentifizierung notwendigen Kennungsdaten aus dem LRZ und den IDM-Systemen der Hochschulen aggregiert. Die Zugriffsberechtigungen für den überwiegenden Teil der LRZ-Dienste sind in LRZ-SIM zentral hinterlegt und über Authentifizierungsserver abrufbar und nutzbar.

LRZ-SIM basiert auf 7 Clustern von insgesamt 21 produktiven Verzeichnisdienst-Servern (MicroFocus eDirectory und OpenLDAP), deren Datenbestände durch Konnektoren (sog. IDM-Treiber des MicroFocus Identity Managers) live synchronisiert, transformiert und in die LDAP-Authentifizierungsserver, in das MWN Active Directory, in das LRZ ITSM-System, die HPC-Accounting-Datenbanken und in ein Message Queuing System, den SIM-Bus, provisioniert werden. IDM-Treiber sind außerdem im Einsatz zu den in Abschnitt 6.6.5 beschriebenen Ankopplungen an die Identity-Management-Systeme der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) und der Technischen Universität München (TUM). 2018 waren in den IDM-Treibern umfangreiche Weiterentwicklungen unter anderem für die Provisionierung der Strukturen der neuen Gruppenverwaltung nötig.

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 SQL-Provisionierung für die HPC-Accounting-Datenbanken, 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.

In Abbildung 22 sind die Komponenten von LRZ-SIM mit ihren Schnittstellen schematisch dargestellt, orange die genannten Cluster von Verzeichnisdienst-Servern. Deren Betriebssystem-Upgrade auf SLES 12 stellte einige Herausforderungen speziell bzgl. der Anbindung an die Service Loadbalancer. Die IDM-Webserver für das IDM-Portal und die REST-API wurden auf Basis von Debian neu installiert. Sowohl die REST-Webservices als auch das Message Queuing System SIM-Bus etablieren sich als Ergänzung zu bestehenden Anbindungsmöglichkeiten und Dienstschnittstellen.

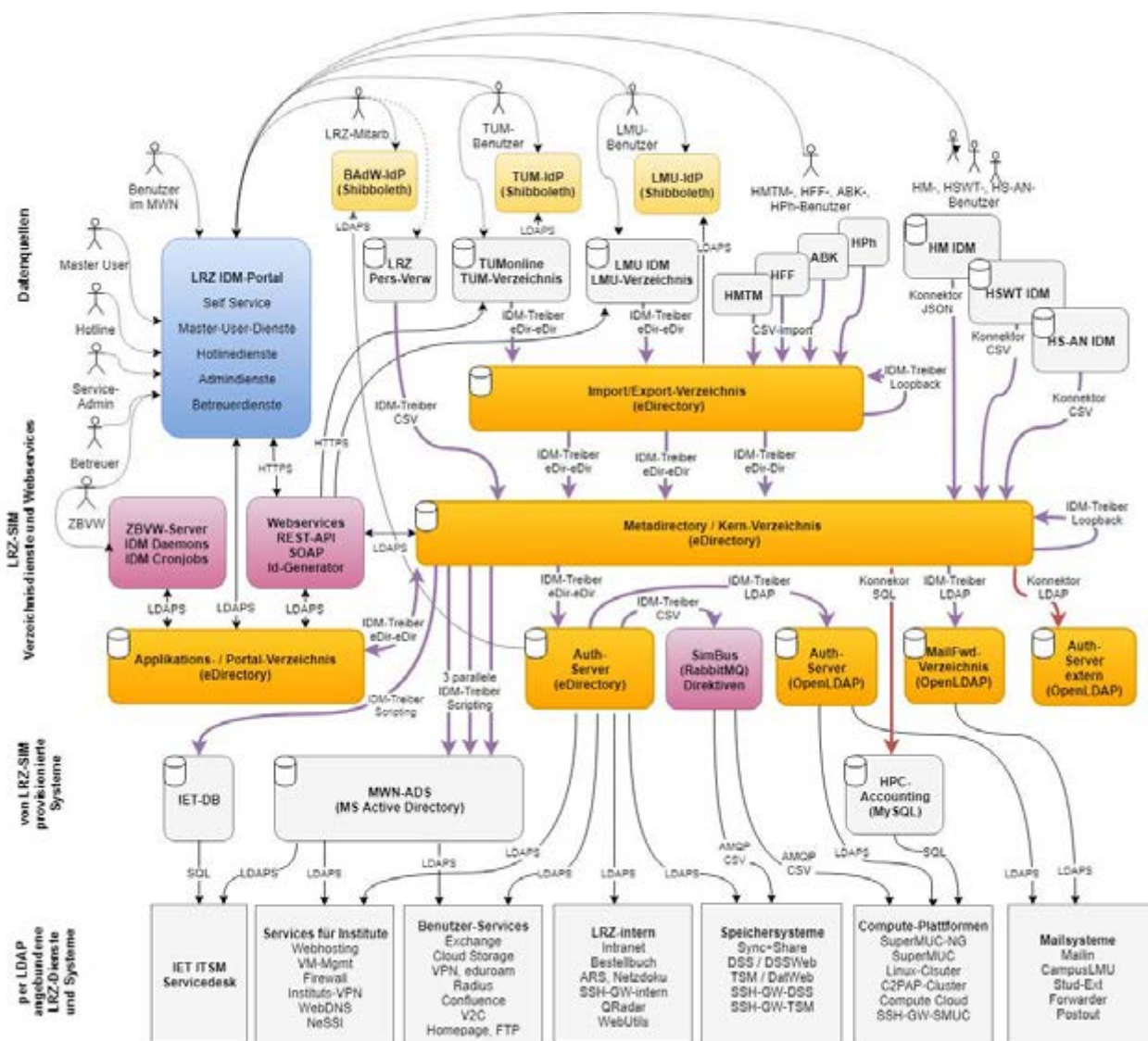


Abbildung 29: Komponenten und Einbindung des LRZ Identity-Management-Systems

6.6.3 Benutzerverwaltung und IDM-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 IDM-Portal (Identity-Management-Portal, <https://idportal.lrz.de>, blau in

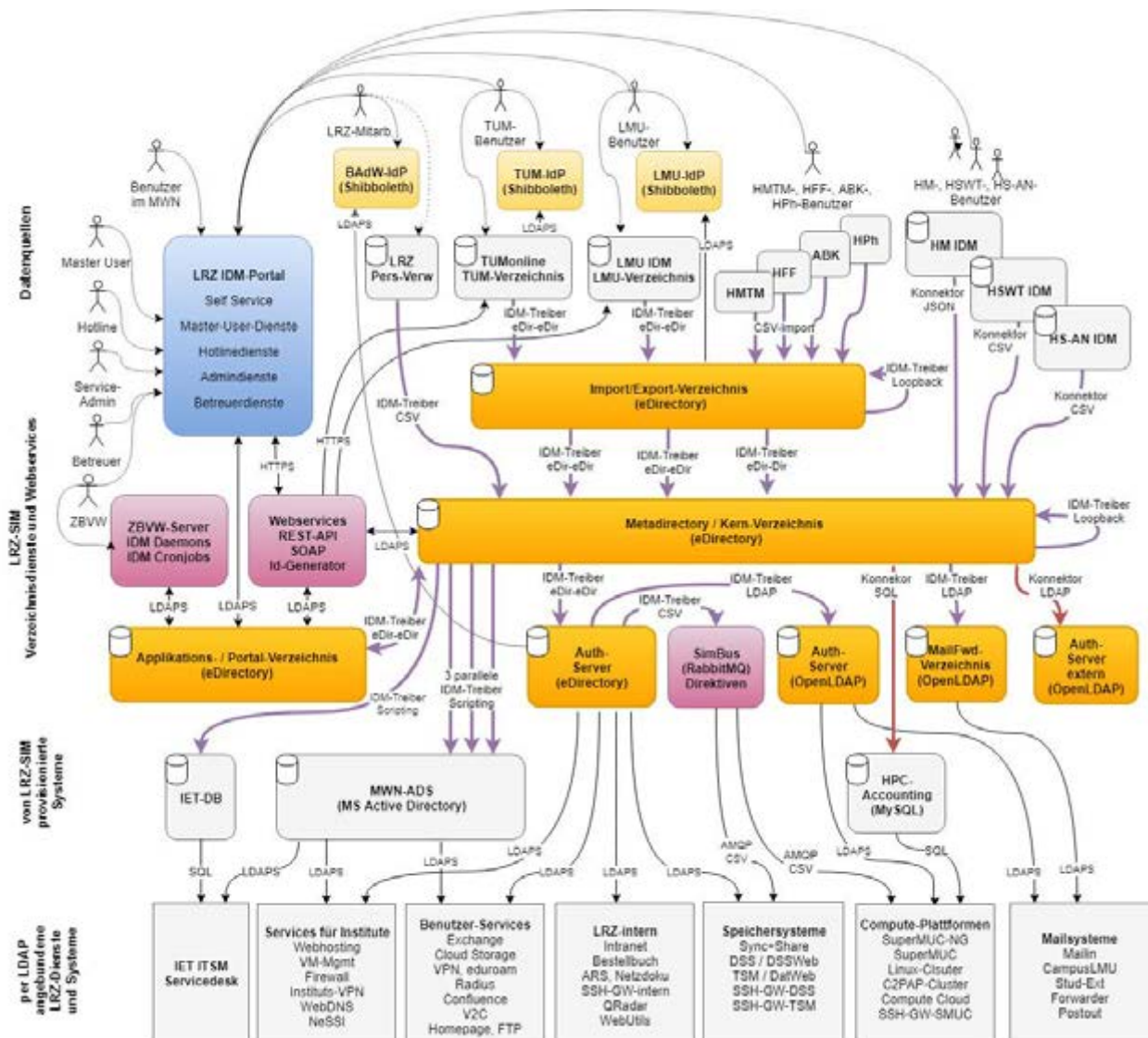


Abbildung 30: Komponenten und Einbindung des LRZ Identity-Management-Systems

das sowohl den Master Usern und Betreuer 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.

Im IDM-Portal als zentralem Webinterface wurden viele Detailverbesserungen programmiert. Exemplarisch seien genannt: Tooltips unterstützen die Master User und Betreuer mit Hinweisen zu gesonderten Antragswegen für LRZ-Dienste, ADS-Administratoren können Computernamen den LRZ-Kennungen zuordnen sowie LRZ-Kennungen als ADS-Admin-Kennungen verwenden, und in den Self Services wird Mailbenutzern der Umstieg auf Exchange durch eine Oberfläche für das IMAP-Migrationstool erleichtert. Für die Sicherheit werden neu zu setzenden Passwörter nicht mehr akzeptiert, die sich in lokal vorgehaltenen sehr großen Listen von als kompromittiert bekannten Passwörtern befinden.

Die Verlängerungsaktion der LRZ-Projekte für 2019 lief zum ersten Mal vollständig papierlos. Möglich wurde dies, da die Einrichtungsleiter und Ansprechpartner als Auftraggeber der LRZ-Projekte durchwegs mit persönlichen LRZ-Kennungen versorgt wurden und sie sich mit diesen Kennungen anstelle der bisher per Brief versandten Zugangscodes an der Webanwendung für die Projektverlängerung einloggen konnten.

LRZ-intern erforderte die Gründung des **Bereichs Forschung** (FOR) umfangreiche abteilungsübergreifende Planungen, damit die betreffenden Mitarbeiter bei der Umstellung ihre bisherigen Zugriffsrechte auf Speicherbereiche und Funktionsmaiboxen sowie ihre Einträge in Mailverteilern behielten und gleichzeitig Berechtigungen für die neuen Datenbereiche schon zugeteilt bekamen.

Tabelle 12: Vergabe von Kennungen für LRZ-Plattformen

	Kennungen insgesamt	VPN/WLAN	Exchange	Mail	Sync+Share	Cloud Storage	Archiv / Backup	Webserver	persönliche Homepages	GitLab	Linux-Cluster	NeSSI (NV-Portal)	WebDNS
Leibniz-Rechenzentrum	1.770	635	746	113	336	1.040	97	122	105	333	445	31	70
Bayer. Akademie der Wissenschaften	999	642	633	127	355	620	76	35	33	102	8	8	2
LMU München im LRZ-Id-Portal verwaltet von der LMU importiert	12.190 91.778	9.595 91.319	1.815 1.382	8.456 76.185	32 85.785	3.588 74.397	768 156	128 –	388 12	96 85.797	633 866	108 52	52 14
TU München im LRZ-Id-Portal verwaltet von TUMonline importiert	9.153 172.054	6.837 72.176	– 49.361	6.289 –	– 72.172	– 67.530	1.394 –	662 –	151 –	92 72.172	1.838 –	282 235	118 119
Hochschule München im LRZ-Id-Portal verwaltet von der HM importiert	409 25.995	358 –	– 25.994	300 –	– 25.239	5 25.240	8 –	13 –	68 –	10 25.239	50 –	2 2	3 –
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf im LRZ-Id-Portal verwaltet von der HSWT importiert	50 8.000	44 7.736	– 7.995	13 –	– 7.777	– –	3 –	8 –	1 –	– 7.755	– –	8 1	1 –
Hochschule für Musik und Theater	2.766	2.696	–	2.727	1.711	2.564	1	19	20	2	–	3	0
Hochschule für Fernsehen und Film	538	534	–	438	–	–	3	3	3	–	–	2	2
Akademie der Bildenden Künste	383	347	52	329	91	150	3	–	14	–	–	1	--
Katholische Stiftungshochschule	462	269	445	–	–	–	–	4	7	–	–	2	1
andere bayerische Hochschulen	443	302	28	107	–	–	18	1	5	1	304	–	5
Öffentlich-rechtliche Einrichtungen	3.502	1.957	361	1.943	109	788	85	50	35	86	38	40	17
sonstige Einrichtungen/Studierende	925	561	–	410	126	119	–	–	1	126	477	2	–
Nutzer des SuperMUC	4721	148	–	26	48	53	67	–	–	74	239	1	–
Gesamt	336.138	196.156	88.812	97.463	193.781	176.094	2.679	1.045	843	191.885	4.898	780	404

	Kennungen insgesamt	VPN/WLAN	Exchange	Mail	Sync+Share	Cloud Storage	Archiv / Backup	Webserver	persönliche Homepage	GitLab	Linux- Cluster	NeSSJ (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

6.6.4 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 57

(Vorjahr 56) angebundene IT-Dienstegruppen und Server-Plattformen am LRZ, hinter denen oft jeweils wieder eine beträchtliche Zahl von Einzelsystemen steht. Nicht mehr verwaltet werden die eingestellten Dienste SuperMIC und Cacti. Neu hinzugekommen ist der SuperMUC-NG, die PowerIQ-Anwendung für das LRZ-Infrastruktur-Management sowie neue mandantenübergreifende Bereiche von Confluence.

Eine seit einem Jahr bewährte Komponente im LRZ-SIM-System ist der **SIM-Bus**, ein Message-Queuing-Server, der Zielsystemen live die Events zum Neuanlagen, Ändern, Sperren oder Löschen von LRZ-Kennungen, Projekten, Berechtigungen, Quotas oder Gruppenmitgliedschaften liefert. Verwendet wird der SIM-Bus für den Data Science Storage und Sync+Share als moderne und bessere Alternative zu den textdateibasierten Direktiven. In Vorbereitung ist außerdem die SIM-Bus-Anbindung des Linux-Clusters und des Backup- und Archiv-Systems.

Der bereits im Vorjahr begonnene Aufbau neuer Webservices-Schnittstellen (**REST-API**) wurde fortgeführt. Die dahinter laufenden Programme bilden die Basis für die neue Gruppenverwaltung, die 2018 fertig gestellt werden konnte. Auf der Gruppenverwaltung baut die nächste Programmierschicht „Serinto“ (Service Invitation Tool) auf. Diese wiederum findet Verwendung für Einladungen und Opt-ins im DSS-Web-Portal des Data Science Storage. Gruppen bilden zudem die Basis des Benutzerkonzepts für den SuperMUC-NG. Neu entwickelt wird das REST-API zum Anlegen von Kennungen, deren erste Version die automatisierte Versorgung der SuperMUC-Bestandsbenutzer mit je einer SuperMUC-NG-Kennung ermöglichte. In der Testphase ist außerdem eine API für die in Entwicklung befindliche neue Webhosting-Verwaltung.

6.6.5 Anbindung von LMU, TUM und weiterer Hochschulen

88,6 % der aktiven Kennungen im Bestand von LRZ-SIM stammten aus den zentralen Verzeichnisdiensten der LMU, der TUM, der Hochschule München (HM) und der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), vgl. Tabelle 11 in Abschnitt 6.6.1.1. Die Daten dieser Benutzer synchronisieren die IDM-Treiber bzw. Konnektorprogramme automatisch und zeitnah 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.

Komplett neu programmiert wurden die IDM-Treiber zum Anschluss an die TUM-Verzeichnisdienste für den Import der TUM-Kennungen, um folgende neue Anforderungen zu erfüllen:

- Die automatische Übernahme von Speicher-Quotas, insb. für Sync+Share erspart auf beiden Seiten – bei der TUM und bei den Sync+Share Administratoren – die bisher nötigen manuellen Incidents für jede einzelne Quota-Erhöhung.
- Als Master User von LRZ-Projekten können nun auch Personen agieren, die nur ihre TUM-Kennungen haben. Hier werden unnötige Zweitkennungen für die Master-User-Tätigkeit vermieden.
- Übernommen werden alle in TUMonline gepflegten Benutzergruppen. Verwendung finden diese Gruppen u.a. bei den von den einzelnen TUM-Fakultäten am LRZ gehosteten DSS-Systemen sowie bei der Konfiguration von virtuellen Firewalls.
- Funktionsmailkennungen haben nun in LRZ-SIM denselben Kennungsnamen wie in TUMonline (statt bisher den lokal generierten, nicht sprechenden LRZ-Kennungsnamen). Dies beugt Missverständnissen zwischen dem TUM IT-Support, dem LRZ-Servicedesk und den TUM-Benutzern vor.
- Schließlich eröffnet die Neuimplementierung die Möglichkeit zur Resynchronisation, um einzelne interne Dateninkonsistenzen zu beheben oder auch um nachträgliche Datenanpassungen an den importierten TUM-Kennungen vorzunehmen.

Unter der Leitung des TUM IT-SZ läuft die **TUM-Mailkonsolidierung**, d.h. die schrittweise Übernahme von Maildomains und zugehöriger Mailadressen von LRZ-SIM nach TUMonline als führendem System – ein sehr beratungs- und programmierintensiver Prozess, durch den aber schrittweise viele unnötige Zweitkennungen von Benutzern aufgelöst werden können.

Bei der LMU-Kennungskonsolidierung, also der Zusammenführung von bisher getrennt verwaltete LMU- und LRZ-Kennungen und von allen Berechtigungen für LRZ-Dienste auf einer Kennung pro Benutzer, konnten alle Projekte der Fakultät Tiermedizin und des Instituts für Informatik abgeschlossen werden. Des Weiteren provisioniert die LMU seit 2018 Berechtigungen von Kennungen für ADS, Personal und Institutional Cloud Storage explizit über den IDM-Treiber.

Die Konnektoren zum Import von HM- und HSWT-Benutzern liefen problemlos und erforderten nur kleine Anpassungen: Die Hochschule München kann über die IDM-Kopplung nun die "Position" im Exchange-Adressbuch regeln und die Rücksetzung von Outlook-Einstellungen gezielt pro Kennung triggern. Die HSWT hat die gewünschte Möglichkeit, über den Kennungsimport gezielt Adressen im Adressbuch ausblenden. Außerdem vergibt die HSWT für ihre Benutzer zusätzlich Berechtigungen für VPN und GitLab über die Konnektorschnittstelle.

Für die IDM-Kopplung mit der Hochschule Ansbach sind die Programmierarbeiten abgeschlossen und erfolgreich getestet. Im Januar 2019 sollen alle Angehörigen der HS Ansbach auf Exchange am LRZ umgestellt werden.

6.6.6 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 7 verwaltet, macOS 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 einen 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 13 (12) voneinander abgetrennte Mandanten im MWN-ADS eingerichtet mit rund 216.000 (185.000) Kennungen.

Aus den Mandanten TUM, LMU, HMT (HS Musik und Theater), HM (Hochschule München), BVB (Bibliotheksverbund Bayern) und BAdW sind rund 15.000 (14.000) Rechner im MWN-ADS angebunden. Es wurden bisher 1.126 (950) Teiladmins aus 589 (551) Einrichtungen registriert und in 2018 haben sich an der Infrastruktur rund 100.000 (92.000) verschiedene Nutzer angemeldet. Dabei wurden Dienste wie der MWN-Speicher, die Groupware Exchange oder die Anmeldung an ins MWN-ADS integrierten Clientrechnern genutzt.

6.6.7 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 Hochschulkennung zu nutzen. Den organisatorischen Rahmen für einen solchen Dienstverbund bildet die einrichtungsübergreifende Infrastruktur für Authentifizierung und Autorisierung des DFN (DFN-AAI).

Das LRZ betreibt in der DFN-AAI die Identity Provider (IdPs) für die LMU, die TUM und die BAdW. Als Datenbasis nutzen die IdPs von LMU und TUM die Kennungsdaten aus Verzeichnisdiensten, die gleichzeitig die Quellen für die oben beschriebene IDM-Kopplung sind.

Betreiber von Webdiensten profitieren durch die „Shibbolethisierung“ und den Beitritt zur DFN-AAI oder zur jeweiligen hochschullokalen 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:

- Die Berechtigung zum Softwarebezug für Studierende und Lehrende über MS Imagine (Studisoft) wurde umgestellt auf neue Entitlement-Attribute.
- Um für kleinere Firmen und Webshops die Hürde zur Teilnahme an der DFN-AAI zu senken, ist im Rahmen von GÉANT der Webdienst InAcademia entwickelt worden. Im Webshop selbst muss nicht mehr die aufwändige Installation eines Shibboleth-Service-Providers durchgeführt werden. Dank InAcademia ist lediglich noch eine OpenID-Connect-Anbindung zu implementieren, wobei die Webshops trotzdem von der in der DFN-AAI garantierten Verlässlichkeit der Benutzerinformation profitieren, die Facebook-, Google- und anderen Logins nicht bieten können.
- Das einrichtungsübergreifende GeRDI-Projekt am LRZ (siehe auch 2.2.4) zum Forschungsdaten-Management ist ein weiterer neuer Dienst mit Authentifizierung über Shibboleth.

In den einrichtungslokalen Föderationen wurden einige neue Service Provider aufgenommen: die Daten-Cloud der TUM-Fachschaft MPI, das Verwaltungsprogramm des LMU-Instituts für Kommunikationswissenschaften, das LMU-Bewerbermanagement, die VideoOnline-Entwicklungsserver der LMU und die Entwicklungsumgebung zum Videostreaming am LRZ mit OpenCast.

Im Betrieb der drei Identity Provider waren Umgestaltungen in den Webseiten zum Login und zur Informationsweitergabe notwendig, um die Konformität zur EU-DSGVO sicherzustellen. Die Benutzer werden nun vor jeglicher Weitergabe ihrer persönlichen Daten an Webdienste über deren Datennutzung und Datenschutzerklärung informiert.

6.6.8 IT für die Bayerische Staatsbibliothek und den Bibliotheksverbund Bayern BVB

Das Bibliotheksteam betreut die Verbundzentrale des Bibliotheksverbands Bayern technisch. Es betreibt damit 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.

6.6.8.1 Automatische Installation lokaler Bibliothekssysteme

Um die Migration auf neue Versionen und von Solaris auf Linux zu beschleunigen, wurde in Zusammenarbeit mit den Anwendungsbetreuern eine auf Ansible basierte, parametrisierbare, automatische Installation von Sisis Lokalsystemen entwickelt. Neben der Automatisierung ermöglicht dieser Ansatz auch eine Standardisierung der Installation und trägt damit zur Wartbarkeit und Stabilität im Betrieb bei.

6.6.8.2 Migration Gateway-Bayern

Das Webportal für die Suche im Verbundkatalog wurde erfolgreich von Solaris auf Linux migriert. Damit konnte ein Solaris Altsystem abgelöst werden und die Betriebskosten deutlich gesenkt werden.

6.6.8.3 Upgrade Oracle Cluster Datenbanken

Für die hochverfügbaren Cluster Datenbanken für die zentrale Fernleihe, dem Langzeitarchivierungssystem Rosetta und den zentralen Katalog wurden Upgrades durchgeführt bzw. vorbereitet.

6.6.9 MDZ

Auch für das Münchner Digitalisierungszentrum (MDZ) bietet das Bibliotheksteam erweiterte Serviceleistungen an und betreut unter anderem die Server herausragender Präsentationen wie Bavarikon oder digiPress. In enger Zusammenarbeit ist das Bibliotheksteam am LRZ nicht nur für den Betrieb der Infrastruktur zuständig, sondern berät das MDZ auch bei konzeptionellen und IT-sicherheitskritischen Fragen.

6.6.10 Erweiterung Monitoring

Für das Monitoringsystem check_mk wurden Module zur Inventarisierung sowie zum Überwachen des Backups der einzelnen Systeme entwickelt. Außerdem wurde ein verteiltes Monitoring für nicht vom Bibliotheksteam betreute Services eingerichtet. Dadurch ist es möglich, dass die MDZ Mitarbeiter auch die Speicher- und Linuxcluster-Komponenten im Monitoring System sehen können.

6.6.11 Mitarbeit in Projekten

An folgenden Projekten ist das Bibliotheksteam beteiligt:

- Langzeitarchivierung mit Rosetta
- Kulturportal Bavarikon
- Evaluation des Open Source Bibliothekssystems Folio
- Evaluation Solr as a Service

6.7 Video-Streaming

6.7.1 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 ist (Abbildung 22).

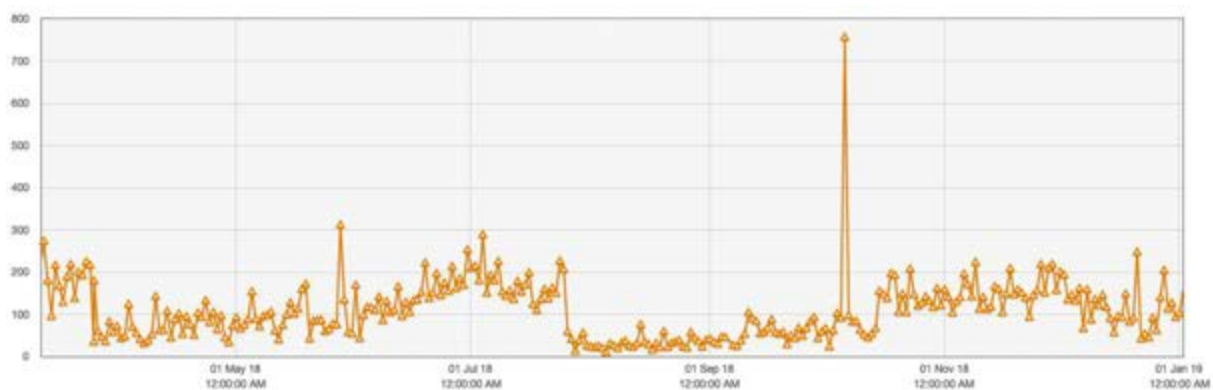


Abbildung 31: Maximale gleichzeitige Verbindungen zum Multimedia Streaming-Server (Zeitraum 11.03. – 31.12.2018)

6.7.2 Video-Transkodierung für LMU Unterrichtsmitschau

Auch 2018 wurde für die LMU Unterrichtsmitschau eine größere Menge Videomaterial zur Nutzung im Videostreaming am LRZ transkodiert, nachdem die Workflows in einer erweiterten Testphase seit dem WiSe 2016/17 kontinuierlich in Rücksprache mit dem Kunden optimiert werden konnten. Im Jahr 2018 wurden durch diesen Dienst über 900 Videodateien unterschiedlicher Länge verarbeitet. Neben Mitschnitten von Lehrveranstaltungen und Forschungsvorträgen an der LMU München wurden auch verstärkt Aufzeichnungen von Schulunterricht über diesen Dienst verarbeitet, die durch die LMU Unterrichtsmitschau im Rahmen von Forschung und Lehre als Videostreams genutzt werden.

Nach einer Evaluationsphase in der ersten Jahreshälfte wurde zum SoSe 2018 die Transkodierung in die Qualitätsstufen 720p und 1080p dauerhaft aktiviert, die deutlich längere Verarbeitungsdauer von 6-10h pro Videodatei (im Gegensatz zu 1-4h bei Transkodierung bis maximal 480p) wird bei der LMU Unterrichtsmitschau in Kauf genommen.

6.7.3 Modernisierung des Videomanagements

Die steigende Zahl an Transkodierungen und der damit verbundene gestiegene Bedarf an Rechenkapazität zeigt auch die Grenzen einer Einzellösung für die LMU Unterrichtsmitschau auf: Gelegentlich traten Fehler in der Verarbeitung von Videomaterial auf, einerseits aufgrund der Heterogenität des angelieferten Quellmaterials, andererseits durch abgebrochene Verarbeitungsprozesse, insbesondere wenn zu Stoßzeiten eine große Zahl von Videodateien gleichzeitig in die Verarbeitung geschickt werden.

Um diesen Problemen zu begegnen, wurde eine Modernisierung des Videomanagements in Angriff genommen. Die bisherige Anlieferungslösung für Videodateien zum Videostreaming (Upload über ein Webformular mit Ablage im Verzeichnisbaum des Streamingserver) soll einerseits ein modernes

Erscheinungsbild erhalten, das aktuellen Ansprüchen an moderne Webdienste genügt, und zudem ein stabiles und modernes Verwaltungssystem für hochgeladene Videodateien erhalten, das auch Verarbeitungsoptionen für Transkodierung und Bereitstellung von Videostreams bietet. Nach einer eingehenden Markt- und Bedarfsanalyse wurde für die im Bildungsbereich weit verbreitete Open-Source-Lösung Opencast (<https://www.opencast.org/>) entschieden. Die Einrichtung der Infrastruktur in Form von virtuellen Maschinen am LRZ wurde insbesondere in der zweiten Jahreshälfte 2018 vorangetrieben, parallel zu einer Neuentwicklung der Anlieferungslösung in Form einer modernen Webanwendung mit Uploadformular. Die Überführung in den produktiven Betrieb ist in 2019 geplant.

6.7.4 Live-Streaming

Nachdem in den vorherigen Jahren einzelne Projekte zum Live-Streaming erfolgreich durchgeführt werden sollten, steigt der Bedarf an einer strukturierten und einfachen Lösung zur Umsetzung von Live-Streams über die Infrastruktur des LRZ. So wurden bspw. von Seiten der TUM mehrfach Anfragen zur Unterstützung bei der Durchführung von Live-Streams zwischen verschiedenen Hörsälen und Standorten gestellt. Solche Anfragen werden bisher im Zuge der Einzelfallberatung bearbeitet, für kommende Jahre ist jedoch ein Ausbau der Supportstruktur und der Aufbau strukturierter Lösungen erforderlich, um dem steigenden Kundenbedarf weiterhin gerecht zu werden.

Die Einführung des oben erwähnten Videomanagementsystems Opencast kann hierfür eine hilfreiche Grundlage darstellen, da es standardisierte Schnittstellen nutzt und bereitstellt, die eine Anbindung an die bestehende Infrastruktur der Benutzerverwaltung und der Hörsaaltechnik ermöglichen.

6.8 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)

Der Benutzerbetrieb des Zentrums für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C) wurde wie in den Vorjahren auch 2018 erfolgreich fortgeführt.

7.1 Infrastruktur

2018 wurde die Infrastruktur im V2C zum Teil erneuert und erweitert. Im Frühjahr wurde die veraltete Rechnerausstattung zum Betrieb der Powerwall sowie der 5-seitigen Projektionsanlage ausgetauscht. Die neue Ausrüstung bringt nicht nur eine erhebliche Leistungssteigerung mit sich, eine Vereinheitlichung des Systems wurde auch genutzt um operativen Aufwand zu reduzieren und Ausfallssicherheit zu gewährleisten.

Neben der Rechnerausstattung wurde eine zusätzliche Powerwall in Form eines hochauflösenden, 3D-fähigen LED Displays beschafft und in einem Konferenzraum über dem V2C installiert. Dieses System basiert auf neuesten Technologien und zeichnet sich durch hohe Variabilität und Darstellungsqualität auch bei hellem Tageslicht aus. Die Installation ist Teil eines Forschungsprojekts, das sich mit verteilter kollaborativer Visualisierung in der Wissenschaft beschäftigt.



Abbildung 32: Hochauflösendes, 3D-fähiges LED Display

Im Bereich der Remote Visualisierung wurde eine grundlegende Aktualisierung des Systems im Umfeld von SuperMUC-NG geplant. Es wurden mehrere alternative Softwareumgebungen ausführlich getestet und auf Benutzerfreundlichkeit überprüft. Aktuell wird die Umsetzung des Systems für die neue Remote Visualisierung vorangetrieben.

7.2 Projekte

Aus den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten wurden viele begonnene Projektarbeiten, sofern nicht abgeschlossen, fortgeführt und erweitert.

Im Bereich der Meteorologie wurde eine Visualisierung von akkumulierten Niederschlägen für mehrere Simulationen von Extremwetterereignissen entwickelt. Außerdem wurde die Arbeit an Projekten zur 3-dimensionalen Darstellung der Ergebnisse von Überflutungssimulationen begonnen.



Abbildung 33: VR-Visualisierung von akkumulierten Niederschlagsmengen

Zwei Visualisierungsprojekte zum Thema Architektur beschäftigen sich mit der Planung von Neubauten und der virtuellen Begehung von geplanten bzw. nicht mehr existierenden Gebäuden und konnten im Sommer gemeinsam mit der CAD Stelle der Landesbaudirektion Bayern abgeschlossen werden.

Das NOMAD Center of Excellence, ein Projekt das im November 2015 begann, wurde in diesem Jahr abgeschlossen (näheres zu diesem Projekt siehe Abschnitt 2.4.3) und die Forschungsergebnisse im Bereich der Visualisierung wurden auf diversen Veranstaltungen präsentiert.

7.3 Veranstaltungen

Im Januar war das LRZ auf dem Campustag der LMU mit einem Head-Mounted-Display (HMD) vertreten, um Besuchern am V2C entwickelte Projekte zu demonstrieren.

Im März kam Hardware des V2C auf der MCBW 2018 (Munich Creative Business Week) zum Einsatz und im April war das V2C gemeinsam mit Prof. Bunge (LMU) beim Deep Space Live Event im Ars Electronica Center vertreten. Von 17. Bis 19. April fand am LRZ der 2. NOMAD Data Workshop statt, bei dem die Ergebnisse des Projekts präsentiert wurden.

Im Juni sowie Juli wurden HMDs an das Bayerische Filmzentrum verliehen: Im Juni für das i4c Event (International conference and exhibition for VR and AR), im Juli im Rahmen des VR Creators Lab, einem Trainings- und Development-Lab für Virtual Reality und 360 Grad Filme. Im Juni wurden darüber hinaus VR Applikationen aus dem NOMAD Projekt im Rahmen der langen Nacht der Forschung an der Humboldt Universität in Berlin präsentiert.

Von August 2018 bis Januar 2019 war im Rahmen der Ausstellung „Lust der Täuschung – Von Antiker Kunst bis zur Virtual Reality“ in der Kunsthalle München das VR-Projekt zum Kaisersaal der Neuen Residenz Bamberg ausgestellt und wurde somit einem breiten Publikum zugänglich gemacht.

Im September war das V2C beim Ars Electronica Festival vertreten und zeigte gemeinsam mit Prof. Bunge eine Visualisierung zu Konvektionsströmen im Erdmantel. Im selben Monat fand in Lausanne (Schweiz) der NOMAD Summer 2018 statt. Hier wurden Fortschritte und Ergebnisse des NOMAD Projekts präsentiert.

Im November war das LRZ erneut auf den Münchner Wissenschaftstagen vertreten und präsentierte mit einem HMD die Visualisierung zum Climex Projekt. Außerdem unterstützte das V2C im Rahmen von „doko18 Doppelkongress: Kunst, Geschichte, Unterricht“ die LMU mit Hardwareausstattung für einen Workshop über Fotogrammetrie.

Das V2C wurde im Jahr 2018 an über 310 Terminen von annähernd 2.750 Besuchern und Nutzern gebucht.

7.4 Lehre

In Zusammenarbeit mit der LMU konnten drei Masterarbeiten und drei Bachelorarbeiten erfolgreich abgeschlossen werden (siehe auch Kapitel 15.2).

Aktuell befinden sich noch 2 Masterarbeiten und eine Bachelorarbeit in Bearbeitung.

Eine Lehrveranstaltung zum Thema Virtuelle Realität an der LMU im Sommersemester 2018 konnte von Studierenden der TUM und LMU besucht werden. Die Ergebnisse dieser Lehrveranstaltung wurden am 13. Dezember im V2C präsentiert.

8 IT-Server-Infrastruktur

Im Bereich „IT-Infrastrukturbetrieb und Server“ steht das Thema Server-Management auf Basis des Linux-Betriebssystems im Vordergrund. Zum Betrieb physischer Server zählt neben Einzelkomponenten die Installation und Pflege mehrerer VMware- und einer Cloud-Infrastruktur sowie die Unterstützung beim Aufbau und Betrieb des V2C-Clusters zur Visualisierung. Hinzu kommen „Machine Learning“-Komponenten – zwei NVIDIA DGX-1-Systeme – sowie Systeme mit hohem Hauptspeicheranteil für BigData-Projekte.

Des Weiteren werden Mitarbeiter mit Linux-Arbeitsplätzen versorgt, in der Regel mittels physischer Desktop-PCs, auf Mobilgeräten in Form virtueller Maschinen (VMs).

Für die Bereitstellung von SUSE-Software gibt es einen LRZ-SUSE-Mirror, der nicht nur das LRZ, sondern alle am „Novell Landeslizenzvertrag Bayern NLB“ teilnehmenden Hochschulen und Rechenzentren mit Basissoftware und Updates versorgt.

Für das zentrale Monitoring von Serverkomponenten kommt das „Check_MK“-Framework „Open Monitoring Distribution OMD“ und für das Logfilemanagement Splunk zum Einsatz.

Der systemnahe Betrieb von Linux-Servern bietet auch die Grundlage für spezielle Kunden-SLAs. Hierzu zählt der Serverbetrieb für die Stiftung für Hochschulzulassung SfH.

8.1 Zentrale VMware-Infrastruktur

Auch in 2018 liefen die Serversysteme für Anwendungen des LRZ und für Kunden unauffällig. Inzwischen ist die Marke von 10 Jahren unterbrechungsfreier Betrieb der zentralen VMware-Infrastruktur überschritten. Einige VMs sind seit der ersten Stunde im Dauerbetrieb, erhalten wie alle anderen VMs regelmäßige Software-Patches, wurden jedoch noch nie, auch nicht nur kurzfristig, ausgeschaltet.

Die Anzahl virtueller Server bzw. Maschinen (VMs) liegt zum Jahresende bei 2.400. Die zum Einsatz kommenden Betriebssysteme unterteilen sich in etwa 15% Windows- und 85% Linux-VMs. Die Linux-VMs unterteilen sich wiederum in 65% SUSE-, 31% Debian- und 3% Ubuntu-Installationen. Die restlichen 1% werden aus verschiedenen Linux-Betriebssystemen, wie z.B. RedHat oder CentOS, gebildet.

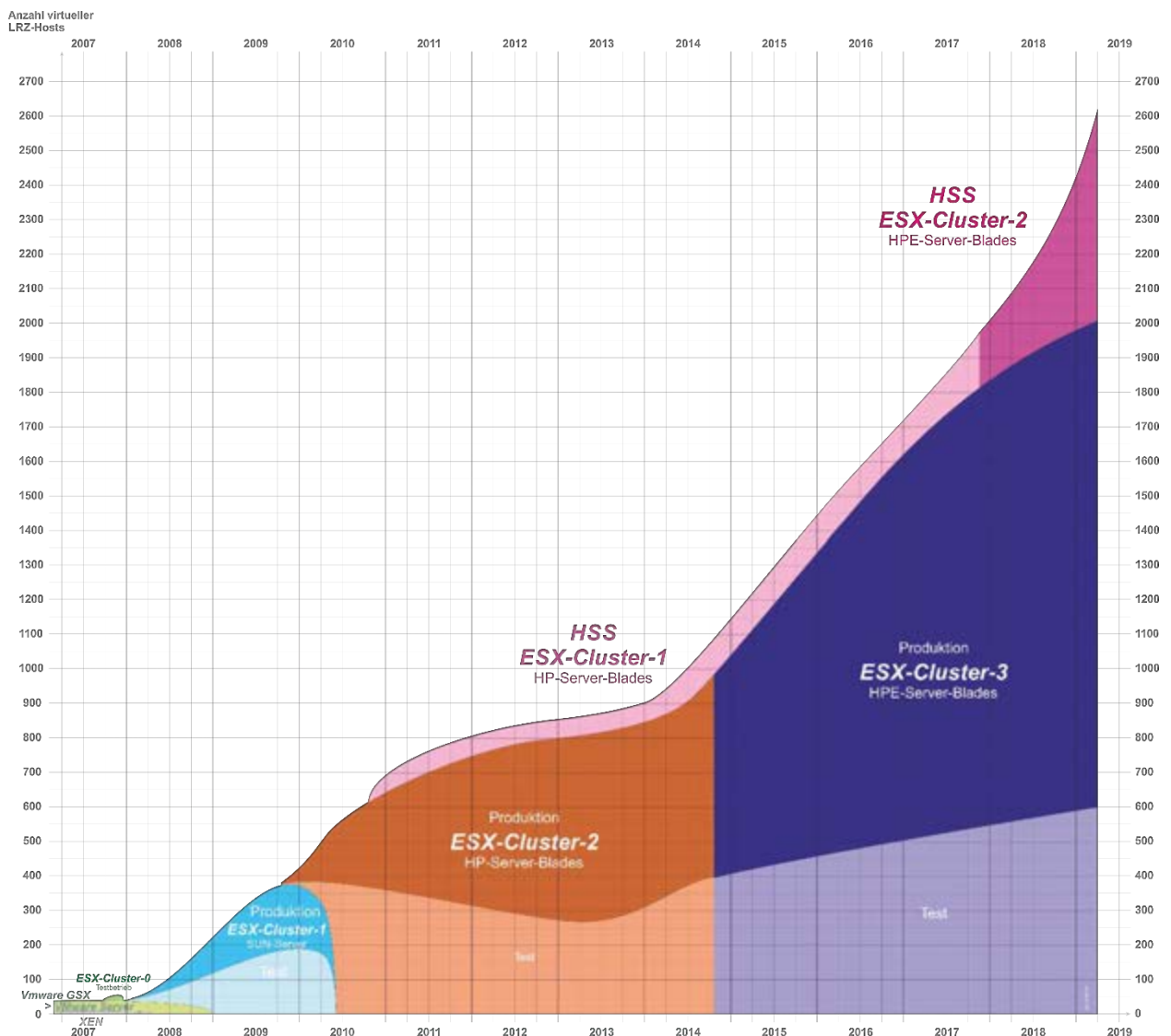


Abbildung 34: Virtuelle Serverinstanzen am LRZ

Die aus 80 HPE-Server-Blades, jeweils bestückt mit 2x 10-Core Intel Xeon E5-2660v2 Prozessoren und 256 bzw. 512 GByte Hauptspeicher bestehende zentrale VMware-Infrastruktur gelangt an seine Kapazitätsgrenzen. Das mit knapp 2.000 VMs ausgelastete System, aufgeteilt in zwei Brandabschnitte, soll im kommenden Jahr durch neue Hardware ersetzt werden. Deshalb wurde Mitte 2018 ein DFG-Antrag zur Bereitstellung der Mittel für neue Server, neue Netzinfrastruktur sowie neue Speichersysteme gestellt. Die Mittel wurden genehmigt, sodass noch in Q4/2018 die Ausschreibung der Speichersysteme gestartet wurde. Das Beschaffungsverfahren für die Netzinfrastruktur und den Hintergrundspeicher wurde noch Ende 2018 durchgeführt (siehe Kapitel 11.3.3). Die Beschaffung der neuen Server-Systeme ist für Anfang 2019 geplant.

Die neue VMware-Infrastruktur soll aus einzelnen 19-Zoll-Serverkomponenten bestehen. Dies ermöglicht die Separierung jedes einzelnen Servers für Wartungsarbeiten; die Abschaltung eines gesamten Blade-Enclosures (mit jeweils 16 Servern) ist somit nicht mehr notwendig.

8.2 Linux-Server

Am Beginn des Jahres 2018 stand bei den SLES-12-Installationen vereinzelt noch die Aktualisierung von Service Pack 2 auf Service Pack 3 an. Bis zum Mai 2018 wurde dieser Upgrade abgeschlossen. Mitte Dezember erscheint das Service-Pack 4, das bis Ende Mai 2019 eingespielt werden muss.

Bei SLES-11 gab es im Berichtsjahr keine Aktualisierung für das im Einsatz befindliche Service-Pack 4. Letzteres wird jedoch nur mehr bis Ende März 2019 unterstützt. Bei wenigen Installationen, für die sich keine Aktualisierung mehr lohnt, ist die Fortführung mittels „Long Term Service Support (LTSS)“ geplant.

Sowohl bei den Installationen mit Debian-9 „Stretch“, als auch mit Ubuntu-16.04 standen in 2018 keine notwendigen Aktualisierungen an.

8.3 Hochschulstart-Infrastruktur

Ende 2017 wurde das Gesamtsystem auf 32 HPE-Server-Blades, aufgeteilt in zwei Brandabschnitte mit jeweils einem Blade-Enclosure, umgezogen. Die Server-Blades sind mit jeweils 2x 12-Core Intel Xeon Gold 6136 Prozessoren und 384, bzw. 768 GB Hauptspeicher bestückt.

Seit Anfang Dezember 2018 sind auf dieser VMware-Infrastruktur 378 VMs im Einsatz; 10% davon dienen LRZ-internen Zwecken zur Verwaltung und für das Software-Management; 90% sind für den Dienstbetrieb des „Dialogorientierten Serviceverfahrens DoSV“ und weiteren Anwendungen der Stiftung für Hochschulzulassung (SfH) zuständig.

In 2019 ist mit Einführung des DoSV2-Software-Upgrades, mit Hinzunahme weiterer Dienstanutzer, d.h. Hochschuleinrichtungen sowie Aktivierung zusätzlicher Dienste eine Verdoppelung der Serverzahl geplant. Während die Kapazitätsgrenzen der Server-Hardware ausreicht, muss der Speicherplatz erweitert werden. Ende 2018 erfolgte deshalb ein Zukauf von 43/29 TByte (brutto/netto) zum Bestand von 65/43 TByte (brutto/netto).

8.4 Linux-Arbeitsplätze

Auch in 2018 verlief die Arbeit auf den etwa 75 Linux-Mitarbeiter-Arbeitsplätzen ohne nennenswerte Probleme. Das zugrundeliegende Betriebssystem ist openSUSE-42.3-Leap, das Ende Q1/2019 durch die Version openSUSE-15.0 ersetzt werden soll. Ab 2019 kommen Sicherheitsmechanismen wie EFI-Boot oder verschlüsselte Filesysteme zum Einsatz. Im Gegensatz zu Desktop-PCs wird openSUSE auf Mobilgeräten (Laptops) in Form einer VM i.d.R. mittels VirtualBox aktiviert. Die Hardware-Unterstützung wird durch ein Windows-Wirtssystem gewährleistet. Die zusätzliche Unterstützung von Debian für Arbeitsplätze ist in Planung.

8.5 Splunk-Monitoring

Der zentrale Logfileserver Splunk verwaltet die Logfiles der Hochschulstart-Infrastruktur, des Linux-Clusters, der SuperMUC- und SuperMUC-NG-Systeme sowie der zentralen Server-Dienste des LRZ. Für das, auf dem Tagesvolumen neuer Logdaten basierende Lizenzmodell wurde Mitte 2018 ein „lebenslanges“ (bis 2038) Kontingent von 50 GByte pro Tag beschafft. Planungen sehen vor, dass künftig auch Sicherheitsmonitoring mittels Splunk bewerkstelligt wird.

In Q3/2018 wurde die für den Splunk-Dienst in die Jahre gekommene physische Hardware durch einen neuen DELL-Server mit 2x 16-Core Intel Xeon Gold 6142 Prozessoren und 96 GB Hauptspeicher ersetzt.

8.6 Zentrale Dienst-Überwachung

Für die Überwachung verschiedenster Dienste werden mehrere Instanzen der „Check_MK Enterprise Edition“ eingesetzt. Zur Gewährleistung der Übersichtlichkeit sind diese funktional aufgeteilt, so dass jeweils eine separate Instanz für die VMware-, Cloud-, und Server-Infrastruktur betrieben wird. Die Überwachung der VMware-Infrastruktur erfolgt mittels der „VMware vSphere WebAPI“, wohingegen die beiden letzteren Genannten durch einen, auf den einzelnen Servern installierten Agenten überwacht werden. Des Weiteren erfolgt der Betrieb zweier Instanzen für die Kollegen anderer Gruppen. Die Gruppe ITS steht als beratende Stelle jederzeit zur Verfügung. Das bisher in der Leitwarte eingesetzte zentrale Monitoring-Tool „IBM Tivoli Netcool/OMNIBus“ wurde in Q4/2018 erfolgreich durch Check_MK ersetzt.

Die benötigte „Check_MK Enterprise Edition“-Lizenz orientiert sich an der Anzahl überwachter Services. Aufgrund des stetigen Zuwachses sowie der Migration alter Monitoring-Lösungen hin zu Check_MK wird ab Februar 2018 das Lizenz-Kontingent von 60.000 auf 100.000 Services aufgestockt.

8.7 Fortbildungsmaßnahmen

Neben einer 3-tägigen Schulung zur Erstellung von Suchen und Reports mit Splunk wurde im Oktober 2018 auch eine 3-tägige Schulung für 12 Teilnehmer zur Fehlerdiagnose und Fehlerbehebung von Linux-Systemen organisiert, die ein positives Echo aller Beteiligten nach sich zog.

8.8 Windows

Am LRZ werden derzeit rund 270 (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 2019. 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 (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

2018 markiert ein Übergangsjahr im Bereich Supercomputing: Während SuperMUC noch voll in Betrieb ist, laufen die Vorbereitungen für das Nachfolgesystem SuperMUC-NG auf Hochtouren.

9.1 Höchstleistungsrechner SuperMUC

Beide Installationsphasen des Höchstleistungsrechners „SuperMUC“ befanden sich bis Oktober 2018 im Regelbetrieb und liefen sehr stabil. Ab Oktober 2018 mussten auf Grund der Erfordernisse bei der Stromversorgung für die Inbetriebnahme von SuperMUC-NG zuerst Phase 1 von SuperMUC abgeschaltet werden. Probleme mit einer nicht vorhersehbaren thermischen Überlastung von Transformatoren und einer Notabschaltung führten dazu, dass auch Phase 2 heruntergefahren werden musste. Ab Mitte November konnte dann SuperMUC Phase 2 wieder in Betrieb genommen werden und eine Woche später auch 10 Inseln von SuperMUC Phase 1. Im ersten bis dritten Quartal lag die Auslastung des Systems bei den angestrebten 85%.

Sicherheitslücke Spectre und Meltdown

Die am 3. Januar 2018 bekanntgegebenen Sicherheitslücken Spectre und Meltdown wurden in mehreren Meetings zusammen mit der Firma Intel intensiv diskutiert. Das LRZ hat sich darauf aufbauend für folgendes Vorgehen entschlossen:

- Auf den Login-Knoten hat das LRZ den Linux-Kernel und die Firmware mehrmals auf den zum jeweiligen Zeitpunkt aktuellen Stand angehoben, um die Angreifbarkeit durch Spectre- und Meltdown-Attacken zu reduzieren, bzw. zu verhindern. Diese Eingriffe waren mit minimalen Ausfallzeiten für die Benutzer verbunden. Die Rechenknoten konnten während dieser Maßnahmen ungestört weiterlaufen. Eine Unterbrechung des Batchbetriebes war nicht notwendig.
- Auf den Rechenknoten, sowie Management- und Filesystem-Servern, hat das LRZ bisher auf ähnliche Maßnahmen verzichtet, da die Gefahr eines Angriffes auf diesen Knoten als sehr gering, bzw. nicht vorhanden eingestuft wurde. Da die Rechenknoten nur exklusiv an Benutzerjobs vergeben werden, kann ein Benutzer mit einem solchen Angriff auch nur die eigenen Daten aus dem Speicher auslesen.
- Auf den Management- und Filesystem-Servern können sich nur die System-Administratoren einloggen, die ohnehin von Beginn an Root Rechte besitzen.

9.1.1 Nutzung von SuperMUC

Der Anteil an der Nutzung der Rechenzeit durch die einzelnen Fachgebiete von Januar bis Dezember 2018 ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Wie in den vergangenen Jahren auch kommen die Hauptnutzer aus den Bereichen Fluidynamik und Astrophysik. Im Berichtszeitraum hat aber auch die Nutzung durch den Bereich Elementarteilchenphysik zugenommen.

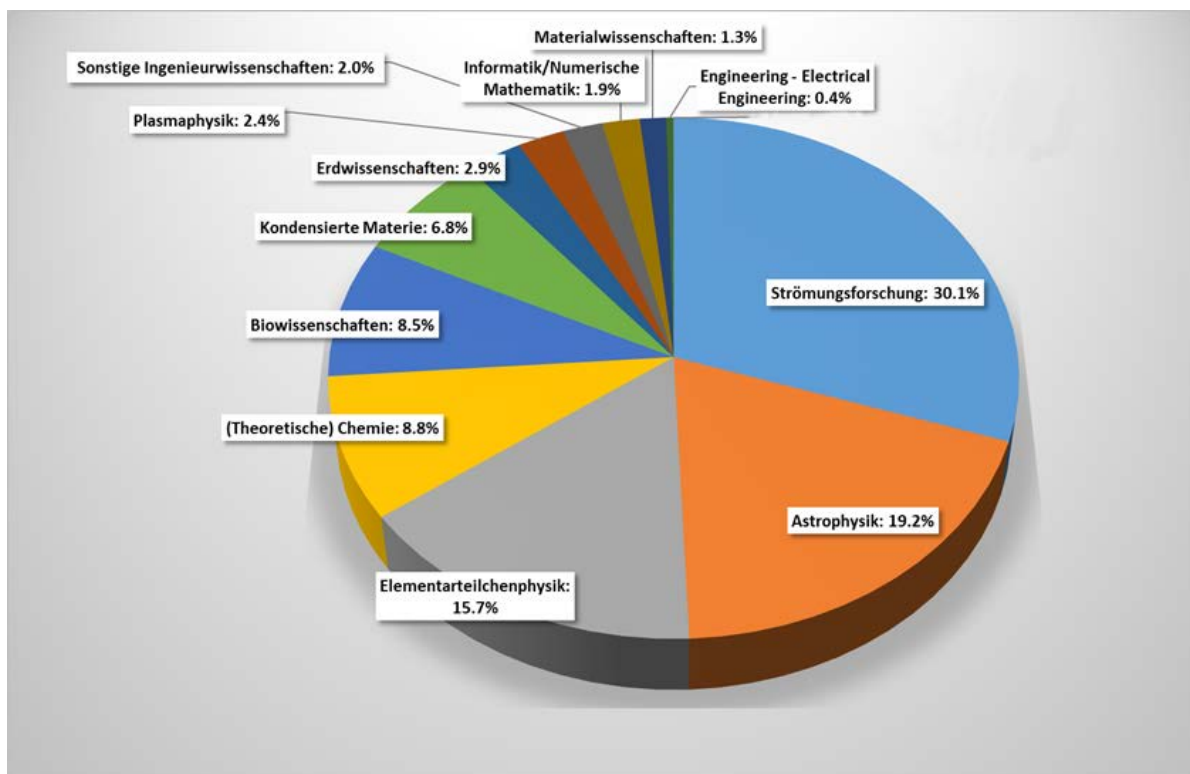


Abbildung 35: Verteilung der Rechenzeit nach Fachgebieten

9.2 Nachfolgesystem SuperMUC-NG

Ende 2017 wurde der formale Abschluss des Beschaffungsverfahrens für das Nachfolgesystem von SuperMUC, SuperMUC-NG ("SuperMUC Next Generation") durch Unterzeichnung eines umfassenden Liefervertrags mit Intel und Lenovo gesetzt. Das Berichtsjahr stand dann im Zeichen der Auslieferung und Installation des Systems sowie auch zusätzlich notwendiger Infrastrukturkomponenten, insbesondere für die Kühlung. Die Installation aller Hardware-Komponenten erstreckt sich über drei Rechnerräume des LRZ: Im obersten Stockwerk (HRR) sind die Compute-Knoten untergebracht, während das Cloud-System im 2. Obergeschoss (OG) des Westwürfels und die Storage-Systeme im 2. OG des Ostwürfels untergebracht sind. Bereits im ersten Quartal 2018 wurden im HRR Verstärkungsmaßnahmen des Doppelbodens ausgeführt, damit letzterer die im Vergleich zum Bestandssystem deutlich schwereren Racks tragen kann. Im Mai 2018 rollten dann die ersten LKW's mit der Compute- und Cloud-Hardware an; die Anlieferung zog sich bis etwa Mitte Juni hin. Zeitgleich wurde auch die neue Netz-Infrastruktur des LRZ installiert, die mit einer neuen, auf 40/100 Gbit basierenden Generation von Netztechnologien eine nicht nur leistungsfähigere, sondern auch deutlich besser skalierbare Anbindung der HPC Systeme untereinander sowie mit die am LRZ künftig betriebenen Big-Data-Umgebungen sicherstellt. Die Storage-Systeme für Data Science Storage und die parallelen Dateisysteme wurden dann im Laufe des Sommers ausgeliefert. Die größte Herausforderung bestand darin, das neue, warmwassergekühlte System (bis zu 50 °C Wassereingangstemperatur), das im Regelbetrieb ca. 3 MW an elektrischer Leistung und bei maximal möglicher Last mehr als 4 MW benötigt, an die im Laufe des Spätsommers fertiggestellte Kühlinfrastruktur zu koppeln. Auf der Supercomputing Conference in Dallas wurde dem LRZ der Award „Top Energy-Efficient HPC Achievement – Editor's choice“ für das Kühlkonzept von SuperMUC-NG zugesprochen.

Die erste große Bewährungsprobe für das neue System bestand darin, den für den TOP-500 Eintrag (www.top500.org) benötigten LinPACK-Lauf erfolgreich auszuführen. Hierbei ist die Leistungsaufnahme des Systems so groß, dass auch die elektrische Versorgung des LRZ - insbesondere die interne Stromverteilung - an ihre Grenze gebracht wird. Es kam dann auch zu Betriebsunterbrechungen der HPC-Systeme durch zwei gefallene Leistungsschalter. In der Folge mussten die SuperMUC-Bestandssysteme zunächst durch Frequenzdrosselung in ihrer Energieaufnahme beschränkt und später sogar gänzlich aus dem Betrieb genommen werden. Darüber hinaus traten während der LinPACK-Läufe auch in den SuperMUC-NG-Rechenknoten Probleme zutage. Ungeachtet dessen konnte ein erfolgreicher LinPACK-Lauf das SuperMUC-NG-System mit einer Rechenleistung von 19,47 PFlop/s auf Platz 8 der TOP-500

Liste platzieren. SuperMUC-NG ist damit der derzeit leistungsstärkste Rechner in der Europäischen Union. Im Graph500 SSSP Benchmark erreichte SuperMUC-NG den 1. Platz weltweit.

SuperMUC-NG besteht aus 6.480 direkt-warmwassergekühlten Rechenknoten mit je zwei Intel SkyLake-Prozessoren, die über ein Intel OmniPath-Hochgeschwindigkeitsnetz verbunden sind. Weitere technische Einzelheiten sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Compute Nodes	Thin Nodes	Fat Nodes	Total (Thin + Fat)
Processor	Intel Xeon 8174	Intel Xeon 8174	Intel Xeon 8174
Cores per Node	48	48	48
Memory per node (GByte)	96	768	96 or 768
Number of Nodes (incl. spares)	6,336	144	6,480
Number of Cores	304,128	8,912	311,040
Peak @ measured AVX-512 frequency (all cores active)	22.4	0.5	22.9
Linpack (Pflop/s)	-	-	19.476
Memory (TByte)	608	111	719
Filesystems			
High Performance Parallel Filesystem	50 PB @ 500 GB/s		
Data Science Storage	20 PB @ 70 GB/s		
Home Filesystem	256 TB		
Infrastructure			
Cooling	Direct warm water cooling		
Waste Heat Reuse	Reuse for producing cold water with adsorption coolers		
Software			
Operating System	Suse Linux (SLES)		
Batch Scheduling System	SLURM		
High Performance Parallel Filesystem	IBM Spectrum Scale (GPFS)		
Programming Environment	Intel Parallel Studio XE GNU compilers OpenHPC Software Stack		
Message Passing	Intel MPI, (OpenMPI).		
Cloud Components			
Nodes with two Nvidia V100 GPUs	32		
Nodes without GPUs	32		
Huge Memory Node with 6,1 TByte Memory	1		

Tabelle 13: Kennzahlen von SuperMUC-NG



Abbildung 36: SuperMUC-NG

9.3 Linux-Cluster

Das LRZ hat Ende 2018 den CoolMUC Berichtsband veröffentlicht:(siehe [#BookswithresultsonLRZHPCSystems-ResultsofprojectsonLinux-Cluster](https://doku.lrz.de/display/PUBLIC/Books+with+results+on+LRZ+HPC+Systems)).

Das Buch enthält 44 Berichte von Anwendern, deren Projekte jeweils mindestens 500.000 Core-Stunden an Rechenzeit auf CoolMUC-2 verbraucht haben. Die 10 größten Projekte haben im Zeitraum 2015-2017 zusammen 202 Millionen Core-Stunden verbraucht; alle großen Projekte haben ihre Arbeiten im Berichtsband dokumentiert. Insgesamt haben 1.327 Benutzer aus 289 Projekten 394 Millionen Core-

Stunden verbraucht (davon 892 Benutzer mit >1.000 Core-Stunden und 196 Projekte mit >10.000 Core-Stunden).

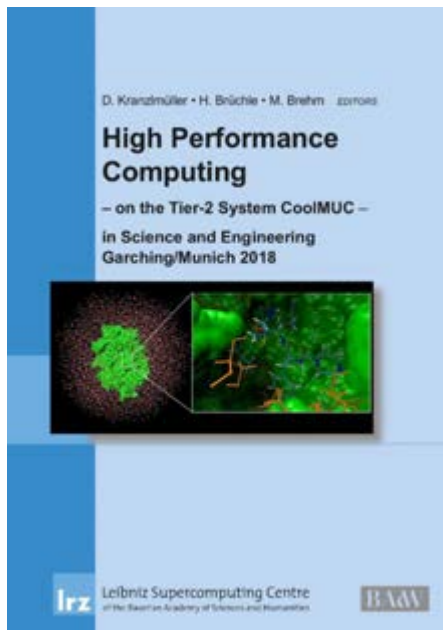


Abbildung 37: Titelseite des CoolMUC Berichtsbandes 2018

9.3.1 Many-Core System CoolMUC-3

Das bestehende CoolMUC-3-System wurde um ein zusätzliches wassergekühltes Rechenknoten-Rack ergänzt, das derzeit mit 21 Rechenknoten (sowohl Intel Many-Core als auch Xeon) bestückt ist, die im Housing Modell für unsere Kunden betrieben werden. Durch Hard- und Software-Verbesserungen konnte die für I/O-Operationen erzielbare Leistung der Omni-Path-Ethernet-Gateways um etwa das 4-fache verbessert werden. Auf Grund der daraus resultierenden Verbesserung der Betriebsstabilität kann das CoolMUC-3-Cluster seit Ende September des Berichtsjahres ohne Einschränkungen betrieben werden. Der Login-Knoten von CoolMUC-3 zeigt jedoch noch treiberbedingte Stabilitäts-Probleme, für die noch nach einer Lösung gesucht wird.

Für die Bestandssysteme stand das Berichtsjahr im Zeichen der Betriebssystem-Umrüstung von SLES11 auf SLES12 und der damit einhergehenden Migration der Bestandssysteme auf die neue SLURM-Infrastruktur. Der letzte Schritt hierzu erfolgte für CoolMUC-3 Mitte Oktober 2018.

Als neues Cluster-Segment, allerdings mit Bestandshardware (nämlich den Ivy-Bridge basierten Host-Knoten des früher im SuperMUC-Kontext betriebenen Many-Core Systems), wurde im September 2018 "IvyMUC" mit 30 noch verfügbaren Rechenknoten in Betrieb genommen; dieses System wird allerdings ohne Wartung betrieben. Es wird vorzugsweise auch als Plattform für Kursveranstaltungen dienen.

9.3.2 RStudio Server

RStudio Server bietet als webbasierte integrierte Entwicklungsumgebung und grafische Benutzeroberfläche für die statistische Programmiersprache R einen anwenderfreundlichen Zugang zum Linux Cluster des LRZ. Der Zugriff über den Webbrowser erlaubt eine komfortable und flexible Nutzung über unterschiedliche Endgeräte. Die Umgebung ermöglicht unter anderem die Bearbeitung und interaktive Ausführung von R-Skripten sowie die Verwaltung der individuellen R-Installation. Zusätzlich ist durch eine Anbindung an das Linux Cluster-Dateisystem ein grafischer Zugriff auf die Benutzerdaten sowie deren Up- und Download möglich. Über das ebenfalls integrierte Terminal können aufwändige Berechnungen bei Bedarf außerdem direkt an die Compute Knoten des Linux Clusters übermittelt werden. Aufgrund des gestiegenen Nutzeraufkommens wurde das RStudio Server-Angebot am LRZ im Frühjahr 2018 zu einem Cluster erweitert. Es stehen nun mehrere dedizierte virtuelle Maschinen mit großem Arbeitsspeicher zur

Analyse stetig wachsender Datenmengen zur Verfügung. Das Angebot wird inzwischen auch regelmäßig im Rahmen von (virtuellen) Lehrveranstaltungen der Münchner Universitäten eingesetzt.

9.3.3 Deep-Learning-Systeme

Das bisherige Serviceangebot – welches speziell den stark wachsenden Bereich Deep Learning adressiert – bestehend aus vier Nvidia-P100-GPU basierenden Cloud-Systemen und ein Nvidia DGX-1-System (mit 8 P100-GPUs), wurde in 2018 um ein weiteres DGX-1-System mit 8 V100-GPU neuerer Generation erweitert. Damit steht den Nutzern des LRZ ein umfangreiches Angebot an Systemen zur Verfügung, welches über „Consumer Grade“-Ausstattung hinausgehend Einzelkarten-Systeme bis hin zu Hochleistungs-Deep-Learning-Systemen umfasst. Diese Systeme ermöglichen den Anwendern ein hohes Maß an Flexibilität, um bedarfsgerecht eigene Nutzungsszenarien zu realisieren und auf am LRZ gespeicherte Datensätze anzuwenden.

9.3.4 Erweiterungen des Linux-Clusters

Auch im Bereich des Linux-Clusters ist ein Übergang zu berichten: Von der OpenNebula zur OpenStack Compute Cloud. Die Nachfrage nach Compute-Cloud Ressourcen ist auch in 2018 ungebrochen hoch.

9.3.4.1 OpenNebula Compute-Cloud

Die LRZ Compute-Cloud bietet auf Basis von OpenNebula Infrastructure-as-a-Service (IaaS) und ist somit eine Alternative zum Angebot kommerzieller Anbieter wie Microsoft Azure oder Amazon. Zur Bereitstellung dient das in 2009 beschaffte und bis 2014 als VMware-Cluster genutzte System, bestehend aus sechs Blade-Enclosures mit jeweils 16 HP-Server-Blades. Der Hauptteil der Server-Blades besitzt jeweils 2x 4-Core Intel Xeon E5540 CPUs mit 96 GB RAM.

Im Vergleich zum letzten Jahr ist die Anzahl der User noch einmal gestiegen: Mittlerweile gibt es 1.016, für den Zugang zur LRZ Compute-Cloud registrierte Benutzer, die 1.186 VM-Images gespeichert haben und damit 296,8 TB Speicherplatz belegen. Die Zahl der virtuellen Netze hat sich auf 522 erhöht, in denen 1.081 IP-Adressen verwendet werden.

9.3.4.2 OpenStack Compute-Cloud

Seit Q2/2018 erfolgt der Aufbau einer neuen Compute-Cloud-Infrastruktur im Rahmen der Neuinstallation des SuperMUC-NG mit Serverkomponenten der Fa. Lenovo. In insgesamt sechs 19-Zoll-Racks mit wassergekühlten Rücktüren bilden 82x 1U- und 32x 2U-Komponenten mit jeweils 2x 20-Core Intel Xeon Gold 6148 CPUs und 192 bzw. 768 GByte Hauptspeicher den Hauptteil des Compute-Cloud-Systems. In den 2U-Servern befinden sich zusätzlich jeweils 2x NVIDIA Tesla V100 GPUs mit 16GByte Hauptspeicher. Zudem steht eine 4-HE-Maschine für User mit einem Bedarf an extrem viel Hauptspeicher zur Verfügung. Diese bietet 6,1 TByte Hauptspeicher und 192 Rechenkernen.

Für das Light-Out-Management (LOM) der Lenovo-Server- und -Switch-Komponenten bewährt sich der lizenzpflichtige Einsatz des webbasierten Tools XClarity.

Auf der neuen Compute-Cloud-Infrastruktur kommt OpenStack zum Einsatz, eine auch auf Open-Source-Software beruhende Werkzeugsammlung für den Betrieb von Cloud-Komponenten. Die Bereitstellung der OpenStack-Instanzen geschieht mittels Kolla-Ansible, das die Verteilung und Verwaltung einzelner Software-Container organisiert.

Durch die Modernisierung der Hardware stehen den Cloud-Anwendern signifikant mehr Ressourcen zur Verfügung. Beispielsweise ist die absolute Anzahl an CPU-Kernen von 880 auf 4.752 gestiegen. Somit können einer einzelnen VM jetzt 40 vCPUs auf einem „Standard“-Knoten zugewiesen werden. Bisher gab es eine Limitierung von maximal 20 vCPUs für wenige VMs auf „Spezial“-Knoten bzw. 8 vCPUs auf "normalen" Knoten.

Auch im Bereich Hauptspeicher können den Anwendern jetzt mehr Ressourcen bereitgestellt werden. Der zur Ausführung von Anwender-VMs verfügbare Hauptspeicher beträgt bei der neuen Cloud etwa 46 TB, während in der alten Cloud nur etwa 10,5 TB zur Verfügung stehen. Darüber hinaus stehen mit den 64 Nvidia-GPUs nun Ressourcen zur Verfügung, die bisher nicht bereitgestellt werden konnten.

Die Netzanbindung erfolgt mittels 100-GbE-Adaptoren Mellanox ConnectX-5 an die in jedem Rack befindlichen Lenovo-100GbE-Switches. Zur Bereitstellung von 2 PByte CEPH-Hintergrundspeicher wurden die im Vorjahr beschafften 15x 2U-Server der Fa. HPE in die neuen Compute-Cloud-Racks integriert.

Diese schnelle Anbindung erlaubt nicht nur eine höhere Leistungsfähigkeit bei der Kommunikation von Rechenjobs zwischen unterschiedlichen virtuellen Maschinen, sondern auch eine hochperformante

Anbindung sowohl an Dateisysteme des neuen Supercomputers, als auch an den DSS-Hintergrundspeicher. Letzterer wird den LRZ-Kunden für die Speicherung großer Datenmengen zur Verfügung gestellt.

Die Anbindung an LRZ-weit erreichbare Dateisysteme erlaubt eine integrierte Nutzung von Compute-Cloud-Ressourcen mit anderen Services des LRZ. Hierbei kann die geplante Anbindung der LRZ Compute-Cloud an Dateisysteme des SuperMUC-NG zur Remote-Visualisierung genutzt werden: Cloud-Ressourcen können beispielsweise Ergebnisdaten von Simulationen, die auf dem SuperMUC-NG berechnet wurden, ansprechend und verständlich aufbereiten und darstellen.

9.3.5 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.

9.4 Anwendungs- und Benutzerunterstützung im Bereich HPC

Wie in den vergangenen Jahren hat das stark erweiterte Angebot an Compute-Diensten (z.B. Compute-Cloud, RStudio, DGX-1) und an Applikationspaketen zu einem weiteren Anstieg von Supportanfragen geführt. 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.

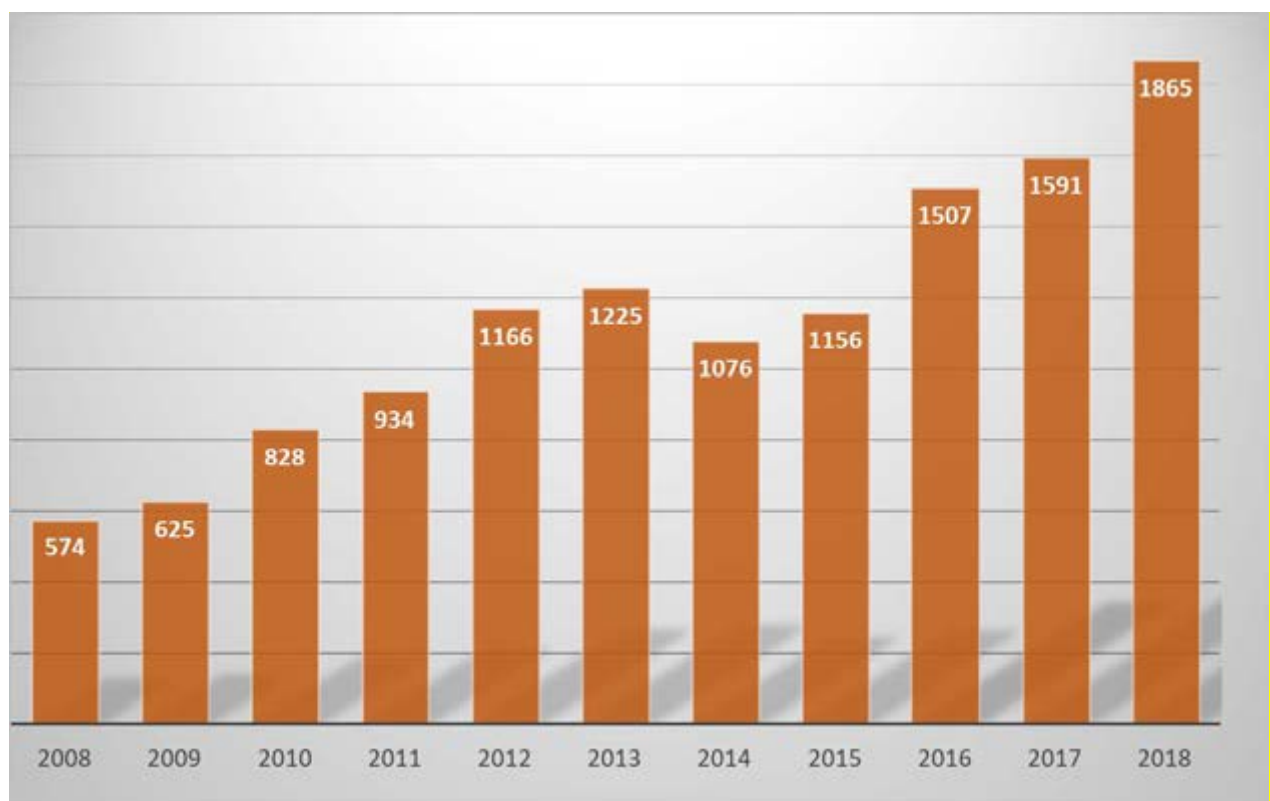


Abbildung 38: Supportanfragen im Bereich Compute-Dienste

9.4.1 Software

Mit der Umstellung des Betriebssystems von SLES11 auf SLES 12 musste auch der gesamte Software-Stack (Anwendungen, Entwicklungsumgebung, Bibliotheken etc.) neu installiert und aktualisiert werden. Die Anstrengungen richteten sich ab der Jahresmitte auf die Bereitstellung dieses Software-Stacks für SLES12, insbesondere auch für den Betrieb von CoolMUC-3 und SuperMUC-NG. Das Betriebssystem

des Höchstleistungsrechners SuperMUC und dessen Software-Stack wurden wegen der geringen Restlaufzeit jedoch nur noch unwesentlich verändert. Neben der bisherigen Arbeitsweise, Einzelpakete zu installieren, wurde auch, soweit möglich, ein neues Vorgehen erarbeitet und mit Hilfe des Paketmanagers Spack umgesetzt.

Der Paketmanager Spack ist eine für den HPC-Bereich entwickelte Softwareumgebung, die es erlaubt, (wissenschaftliche) Anwendungsprogramme auf Supercomputern in flexibler Weise zu installieren, gleichzeitig einheitlich zu konfigurieren und nachhaltig zu verwalten. Es handelt sich um ein Open Source-Projekt, das von einer weltweiten Entwicklergemeinschaft unterstützt wird und u.a. auch im Rahmen des Exascale Computing Project für die Softwareverwaltung auf den derzeitigen Top10-Supercomputern der US-National Laboratories eingesetzt wird. Das Spack Team am LRZ hat im Berichtsjahr ein erstes Konzept zur Verwaltung und zur Bereitstellung von Software mit Spack erarbeitet und mit der Überführung der Softwarepakete begonnen. Inzwischen umfasst der mit Spack verwaltete LRZ-Software-Stack schon mehr als 200 Module, die bereits auf den unterschiedlichen Segmenten des Linux Clusters zur Verfügung stehen und für den Einsatz auf SuperMUC-NG vorbereitet sind. Zusätzlich wurden weitere Schritte unternommen, um die am LRZ verfügbaren Softwareinstallationen systematisch zu testen. Ein erstes Gerüst für die automatisierte Überprüfung angebotener Module und eine entsprechende Berichterstellung kommt bereits zum Einsatz. Der weitere Ausbau und die mögliche Integration mit den von Spack gebotenen Funktionen werden geprüft.

9.4.2 Kurse, Ausbildung und Veranstaltungen

Im Bereich der Ausbildung 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 des GCS ist das LRZ auf europäischer Ebene eines der sechs PRACE Advanced Training Centres (PATC), die HPC Schulungen auf höchstem Niveau anbieten.

Auch 2018 konnte das Angebot an Kursen und Workshops am LRZ wieder erweitert werden. Insgesamt wurden 35 Kurse und Workshops im HPC-Bereich angeboten, davon 6 im Rahmen des PRACE-Curriculums, 6 im Rahmen des 2018 neu gegründeten NVIDIA Deep Learning Institutes (DLI) am LRZ und 7 Kurse speziell für TUM-Studenten im Bereich data analytics, big data und machine learning workflows.

Besonders hervorzuheben sind der „VI-HPS Tuning Workshop“, der „HPC Code Optimisation Workshop“ und die auf immenses Interesse stoßenden „Deep Learning“-Kurse. Durch die extrem hohe Nachfrage dieser Kurse, hat die Teilnehmerzahl der im Berichtszeitraum abgehaltenen Kurse von 1.253 die Teilnehmerzahlen der Vorjahre um das 2,6-fache überschritten. Neu hinzugekommen sind u.a. ferner ein "Intel AI Workshop" in Zusammenarbeit mit der Intel AI Academy und der TU München, sowie der "Fortran Modernization Workshop" in Zusammenarbeit mit der Numerical Algorithms Group (NAG).

9.4.2.1 PRACE Workshop: HPC Code Optimisation Workshop

Der im letzten Jahr erstmals am LRZ im Rahmen des PRACE Kursprogramms angebotene eintägige „HPC Code Optimisation Workshop“ wurde 2018 auf 2 Tage erweitert und von Luigi Iapichino (LRZ) und dem ehemaligen LRZ-Mitarbeiter Fabio Baruffa (Intel) geleitet.

Der Workshop konzentrierte sich auf die Code-Optimierung unter Berücksichtigung der neuesten Intel-Prozessorfunktionen. Durch eine Reihe von einfachen Beispielen zur Code-Modernisierung lernten die Teilnehmer die Funktionen von Multi- und Many-Core-Prozessorarchitekturen kennen, die für das Schreiben moderner, portabler und effizienter Anwendungen entscheidend sind. Ein besonderer Schwerpunkt lag auf Skalar- und Vektoroptimierungen für den neuesten Intel Xeon Scalable Prozessor mit dem Codenamen Skylake, der in dem neuen SuperMUC-NG Rechner am LRZ eingesetzt werden wird.

Die Hands-on-Sessions wurden auf Skylake-Prozessoren in VM-Instanzen durchgeführt, die von der Google Cloud Platform bereitgestellt wurden.



Abbildung 39: Teilnehmer des „HPC Code Optimisation Workshops“ am LRZ (21.-22.6.2018)

9.4.2.2 27. VI-HPS Tuning Workshop am LRZ

Bereits zum vierten Mal seit dem Beginn der erfolgreichen Workshop Serie 2008 fand in Garching b. München vom 23.-27.4.2018 ein VI-HPS Tuning Workshop statt. Der 27. VI-HPS Tuning Workshop wurde vom LRZ in Zusammenarbeit mit dem VI-HPS Konsortium und dem IT4Innovation in Ostrava, Tschechien, als PRACE-Workshop organisiert. Das LRZ ist seit April 2018 selbst Mitglied in dem VI-HPS Konsortium. 12 Dozenten vom BSC Barcelona, JSC Jülich, RWTH Aachen, TU Darmstadt, TU Dresden, TU München und der University of Oregon, USA, stellten hierbei 15 Tools aus der VI-HPS Toolsuite den insgesamt 43 Teilnehmern des Workshops vor.

Der Workshop versuchte, einen Überblick über die VI-HPS-Programmierwerkzeuge zu geben, die Funktionalität der einzelnen Tools zu erklären, sowie fachkundige Unterstützung bei der Anwendung der Tools aus erster Hand der Entwickler der Tools zu geben. Während vormittags die Tools vorgestellt wurden, konnten die Teilnehmer diese nachmittags mit ihrem eigenen mitgebrachten Code testen.

Dank des Sponsorings durch MEGWARE konnte als Social Event eine Führung durch die Brauerei Weihenstephan mit anschließendem Abendessen (auf Selbstkostenbasis) im Bräustüberl angeboten werden.



Abbildung 40: Teilnehmer des „27. VI-HPS Tuning Workshops“ am LRZ (23.-27.4.2018)



Abbildung 41: Teilnehmer des „27. VI-HPS Tuning Workshops“ vor der Brauerei Weihenstephan während des Social Events am 24.4.2018

9.4.2.3 Training: Data Analytics, Big Data und Machine Learning

Das LRZ bietet in Abstimmung mit dem TUM Data Innovation Lab (TUM-DI-LAB) ein Kursprogramm an, das sich mit Big Data und der Machine Learning-Infrastruktur am LRZ beschäftigt. Diese Kursreihe wird am Anfang jedes Semesters wiederholt, um den Teilnehmenden des TUM-DI-LAB und weiteren Interessierten die Dienste des LRZ allgemein und speziell im Big Data/Machine Learning-Bereich näherzubringen. Die ganztägigen Hands-on Kurse fanden in der vierten März- bzw. zweiten Oktoberwoche 2018 statt und bestanden aus den Kursen: "Introduction to the LRZ Supercomputing and Machine Learning Infrastructure", "Using R at LRZ" und "Using Python at LRZ".

9.4.3 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 Application Labs

Die Application Labs ermöglichen es Anwendern, die Expertise von LRZ-Spezialisten schon zu einem sehr frühen Zeitpunkt in ihre HPC-Projekte einfließen zu lassen. Das Dienstleistungsangebot der Application Labs wird daher von den LRZ-Nutzern stark nachgefragt.

9.5.1 Astro Lab

Das Application Lab für Astro- und Plasmaphysik (Astro Lab) hat in diesem Jahr hauptsächlich drei Unterstützungsprojekte vorangetrieben, welche in enger Zusammenarbeit mit den Entwicklern der Simulationsanwendungen BHAC, Echo-3DHPC und P-Gadget3 und der PRACE HLST Initiative durchgeführt wurden. Der Fokus der Arbeiten lag dabei auf der Untersuchung von Threading-Errors, der Verbesserung der Parallelisierung auf unterschiedlichen Parallelisierungsebenen sowie der Optimierung des Anwendungs-I/O. Des Weiteren, war das Astro Lab in strategischen Treffen zu einer potentiellen Rolle des LRZ's in den Projekten „Teleskope Square Kilometre Array“ (SKA) und „Large Scale Synoptic Telescope“ (LSST) involviert. Dabei handelt es sich um große internationale Kollaborationen, welche sich an der Schnittstelle von Astronomie, HPC und BigData entwickeln und somit einen Zugang zu den entsprechen Wissenschafts-Communities, wichtigen Wissenschaftsfeldern und technologischen Entwicklungen in der kommenden Dekade ermöglichen.

9.5.2 Bio Lab

Das Bio Lab unterstützt vornehmlich Nutzer aus den Bereichen Molekulardynamik und Quantenchemie. Dieses Jahr wurde zum dritten Mal das Tutorial „Summer of Simulation“ durchgeführt, um neue Nutzer aus den Lebens- und Materialwissenschaften an das Höchstleistungsrechnen heranzuführen. Es wurden neun Projekte ausgewählt, deren Teilnehmer mittels erweiterter Testaccounts mit 1 Mio CPUh und mit Unterstützung von Tutoren aus dem Bio Lab die Planung, Optimierung und Antragsstellung von HPC-Projekten erlernten. Aufgrund der Einschränkungen im Rechnerbetrieb durch die Installation von SuperMUC-NG, werden diese Projekte bis ins nächste Jahr weitergeführt.

Weiterhin wurde mit Mitteln aus den PRACE HLST Support Teams ein vormaliges KONWHIR Projekt zur Optimierung des ab initio Molekulardynamikprogramms CPMD weitergeführt und die Ergebnisse in einem Posterbeitrag auf der SC18 in Dallas präsentiert.

Die Anwendergruppe im Bereich Bioinformatik stellt eine wichtige Benutzergruppe des Linux-Clusters und der Cloud Umgebung am LRZ dar. Das Team unterstützt die Anwender und Projektpartner bei der Installation und Aufbau ihrer Softwareanwendungen, aber auch bei der Planung von Workflows und Kursen zur Sicherstellung der effizienten Nutzung von HPC-Ressourcen am LRZ. In dieser Benutzergruppe besteht großes Interesse am RStudio-Server des LRZ und an der Nutzung von Bioinformatik-Anwendungen auf Apache Spark und Jupyter Notebook für reproduzierbare Forschungsergebnisse.

Wie bereits 2016 und 2017 veranstaltete das Bio Lab des LRZ auch 2018 den „Summer of Simulation“ um Master-Studenten und Doktoranden aus den Lebens- und Materialwissenschaften an das Höchstleistungsrechnen heranzuführen. Diese waren aufgerufen, kurze Rechenprojekte einzureichen. Nach erfolgreicher Bewerbung werden die Teilnehmer mit einem erweiterten Testbudget ausgestattet und entwickeln mit der Hilfe eines Tutors auf LRZ-Seite ein geeignetes Setup für ihr Projekt. Dieses beschreiben sie in einem Rechenzeitantrag und können so bis zu weiteren 9 Mio. Rechenkernstunden beantragen, die dann zwischen August und Oktober verbraucht werden müssen. Nach Ablauf stellen die Teilnehmer ihre Ergebnisse in einem gemeinsamen Abschlussworkshop vor und schreiben jeweils einen Abschlussbericht.

Im Oktober veranstaltete das Bio Lab einen Molecular Modeling Workshop zusammen mit der Firma Schrödinger. Am 3. Dezember 2018 fand der erste Results Workshop Bioinformatics statt, in dem die Teilnehmer über ihre wissenschaftlichen Ergebnisse und die Leistungsfähigkeit der von ihnen verwendeten Anwendungen berichteten.

9.5.3 CFD Lab

Die Anwendergruppe im Bereich Computational Fluid Dynamics (CFD) stellt eine der größten Benutzergruppen des Höchstleistungsrechners SuperMUC und des Linux-Clusters am LRZ dar. Das CFD Lab unterstützt im Rahmen der High Level Support-Bemühungen die Anwender und Projektpartner bei der Portierung, Parallelisierung und Optimierung ihrer Softwareanwendungen, aber auch bei der Planung von Workflows großer Anwendungsfälle, u.a. um die effiziente Nutzung der HPC-Ressourcen am LRZ zu gewährleisten.

Am 27. September 2018 fand der zweite CFD Lab Results Workshop statt, in dem die Teilnehmer über ihre wissenschaftlichen Ergebnisse und die Leistungsfähigkeit der von ihnen verwendeten Anwendungen berichteten.

Bisher in Zusammenarbeit mit dem LRZ publizierte, bzw. für die Publikation eingereichte Arbeiten sind:

1. Martin Kronbichler, Karl Ljungkvist, Momme Allalen, Martin Ohlerich, Igor Pasichnyk, Wolfgang A. Wall. Performance Optimization of Matrix-free Finite-Element Algorithms within deal.II (Poster) SC17, November 13-16, 2017 Denver, CO.
2. Martin Kronbichler, Katharina Kormann, Igor Pasichnyk, Momme 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"
3. Nils Hoppe, Igor Pasichnyk, Stefan Adami, Momme Allalen, and Nikolaus A. Adams. Performance Optimization of a Multiresolution Compressible Flow Solver, inSiDE Vol. 15 Issue 2- 2017.
4. Yoshi Sakai, Sandra Mendez, Momme Allalen, and Michael Manhart. Performance Evaluation of a Parallel HDF5 Implementation to Improve the Scalability of the CFD Software Package MGLET, inSiDE Vol. 15 Issue 2- 2017.
5. Martin Kronbichler, Karl Ljungkvist, Momme Allalen, Martin Ohlerich, Igor Pasichnyk, Wolfgang A. Wall. Performance Optimization of Matrix-free Finite-Element Algorithms within deal.II (Poster) SC17, November 13-16, 2017 Denver, CO.
6. Martin Kronbichler and Momme Allalen "An efficient high-order discontinuous Galerkin finite element programming algorithm with matrix-free methods" Full Paper to be published.
7. John Jomo*, Nisarg Patel*, Philipp Kopp, Christoph Ertl, Stefan Kollmannsberger, Momme Allalen, Ralf-Peter Mundani, Ernst Rank "Enabling efficient numerical simulations using the finite cell method on massively parallel systems" Submitted as Work in Progress to EnviroInfo 2018.

9.5.4 Geo Lab

Die Geowissenschaften stellen in ihrer Gesamtheit einen sehr interdisziplinären, fächerübergreifenden Bereich dar. Damit einhergehend sind in den einzelnen Disziplinen Erfahrung und Nutzung von HPC-Ressourcen sehr unterschiedlich ausgeprägt. Daher sind die Anforderungen und Fragestellungen in Bezug auf IT-Infrastruktur und IT-Support von Wissenschaftlern aus diesem Bereich sehr unterschiedlich. Während bisherige Desktop-Nutzer ihre Workflows mit Unterstützung des Geo Labs auf die HPC-Infrastruktur des LRZ bringen konnten, wurden bereits erfahrene HPC-Nutzer bei der Performance-Analyse und beim Code-Refactoring unterstützt. Die Arbeiten wurden sowohl innerhalb laufender Projekte (u.a. ClimEx, AlpEnDAC-II, ViWa), als assoziierter Partner des ExaHype-Projektes, als auch unterstützend für laufende KONWIHR-Projekte (NewWave, Telemac) geleistet.

9.6 Projekte im HPC

Neben den in Kapitel Forschung beschriebenen Drittmittelprojekte, gibt es im Bereich Höchstleistungsrechnen Projekte und Kooperationen – teils aus Drittmittel gefördert – die besonderer Erwähnung bedürfen.

9.6.1 InHPC-DE

Am 16. Januar startete das InHPC-DE-Projekt offiziell mit einem Kickoff-Meeting in Stuttgart. Ziel dieses Projekts ist es, die drei nationalen HPC-Zentren Jülich (JSC), München (LRZ) und Stuttgart (HLRS) zu einem integrierten nationalen Hochleistungsrechner-Ökosystem zusammenzuführen. Im Mittelpunkt dieser Initiative steht ein Hochgeschwindigkeitsnetz mit 100 Gbit/s, das die drei Zentren miteinander verbindet und eine einfache und schnelle, organisationsübergreifende Übertragung der riesigen Datenmengen ermöglicht, die sich aus den großen Simulationsrechnungen ergeben. Dieses extrem schnelle Netz ermöglicht eine bessere Unterstützung für verteilte Workflows, einschließlich Post-Processing, und erlaubt eine kollaborative Remote-Visualisierung von Simulationsdaten.

9.6.2 SiVeGCS JARDS

GCS-JARDS (Joint Application, Review and Dispatch System) ist eine Web-basierte Software zur Beantragung und Begutachtung von Rechenzeitprojekten. Es wurde am JSC für Large-Scale-Projekte entwickelt und wird im Rahmen des SiVeGCS-Projekts für die entsprechende Bearbeitung von Normalprojekten an den drei GCS-Zentren HLRS, JSC und LRZ weiterentwickelt. GCS-JARDS bietet einen einheitlichen Zugang für Antragsteller und Gutachter. Für das LRZ müssen dabei bestehende Projektverwaltungsprozesse angepasst werden sowie die Einträge der zentralen GCS-JARDS-Datenbank mit denen des LRZ Secure Identity Managementsystems (LRZ-SIM) synchronisiert werden.

Ein zentrales Ergebnis der Projektarbeit war im Berichtsjahr die zusätzliche Berücksichtigung der am HLRS und LRZ durchgeführten Antrags- und Begutachtungsprozesse, die kontinuierlich über das Kalenderjahr verlaufen und nicht wie am JSC zweimal im Jahr stattfinden, sowie die Umsetzung des wissenschaftlichen Begutachtungsprozesses mittels Obmannverfahren. Weiterhin wurden die Fachsystematiken der Projekte im Antragsformular standardisiert sowie Aspekte der Datensicherheit und des Datenschutzes, insbesondere in Bezug auf die seit diesem Jahr geltenden Datenschutzregeln nach EU-DSGVO, umgesetzt.

9.6.3 KONWIHR

Folgende SuperMUC-Nutzer und -Projekte wurden von LRZ-Mitarbeitern im Rahmen der Application Labs und KONWIHR (Kompetenznetzwerk für Wissenschaftliches Höchstleistungsrechnen in Bayern) betreut:

- Prof. Wall: Performance Optimization of Matrix-free Finite-Element Algorithms within deal.II
- Prof. Adams: A hybrid parallelization strategy for a modular multiresolution compressible flow solver (Alpaca code)
- Prof. Ernst Rank: Portierung der Software Adhoc++ auf SuperMUC Phase 2 und SuperMUC-NG.
- Prof. Manhart: Die Arbeiten am Code MGLET wurden fortgesetzt, wobei die Node-Level Performance Optimierung im Vordergrund steht.
- 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
- Prof. Julien Gagneur: Computational methods for mapping of regulatory elements from large-scale RNA sequencing compendia

9.6.4 PRACE

Im Rahmen der Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE) beteiligt sich das LRZ in dem Projekt PRACE-5IP an den Arbeitspaketen „Training“ (WP4), „HPC Commissioning and Prototyping“ (WP5) und „Applications Enabling and Support“ (WP7).

In WP5 fungiert das LRZ als Co-Leader und leitet auch den Task „Extended Best Practice Guide for Prototypes and Demonstrators“, der darauf abzielt, die Anforderungen der aktuellen HPC-Nutzer und der HPC-Zentren in Bezug auf Technologien und Architekturen für HPC-Systeme der nächsten Generation zu bewerten. Durch zwei an die Centres of Excellence (CoE) und PRACE Tier-0 und Tier-1 HPC-Zentren verteilte Umfragen, wurden diese Anforderungen erfasst und in einem Dokument zusammengefasst. Darüber hinaus erweitert das Team derzeit den zuvor von PRACE-4IP WP5 entwickelten Best-Practice-Guide. Ferner beteiligte sich das LRZ als Mitglied des Organisationskomitees an der Organisation und Durchführung des "9th European HPC Infrastructure Workshop" am 20. und 22. Mai 2018 in Bologna sowie

an der Organisation und Leitung der "New Technologies Session" auf dem PRACE-CoE-FETHPC-EXDCI Workshop in Brühl am 30. und 31. Oktober 2018.

In WP7 leitet das LRZ die Erstellung von Best Practice Guides für neue Architekturen und Systeme. Im Dezember 2018 sind im Rahmen dieser Aktivität folgende Best Practice Guides erschienen (siehe <http://www.prace-ri.eu/best-practice-guides/>):

- Parallel I/O
- HPC for Data Science
- ARM64
- AMD EPYC

Weiterhin besteht seit dem Berichtsjahr die Möglichkeit, Rechenprojekte, die über PRACE AISBL bewilligt wurden, durch Experten für Codeoptimierung und Visualisierung aus den PRACE Tier-0-Zentren (Level 2 und Level 3 Support) zu unterstützen. Das entsprechende "High Level Support Team" (HLST) wurde in diesem Jahr etabliert und die Aufgabenfelder wurden mit den Kollegen aus den anderen GCS-Zentren koordiniert. Erste Tätigkeiten umfassen Codeoptimierungen im Bereich der Astrophysik und der Quantenchemie, sowie Hilfe bei der Installation bestimmter Visualisierungssoftware für CFD Anwendungen.

9.6.5 Intel Parallel Computing Center (IPCC)

In 2018 haben sich die LRZ-Aktivitäten im LRZ/TUM Intel Parallel Computing Centre (IPCC) unter anderem auf die MPI-Performance-Charakterisierung von P-Gadget3 bei Simulationsläufen auf großer Skala fokussiert. Des Weiteren, wurden die, mithilfe eines isolierten Compute-Kernels von Gadget während des Projekts erreichten Verbesserungen der Rechenleistung, auch im Einsatz in der Gesamt-Anwendung P-Gadget3 verifiziert. Die Modernisierung des Daten-Layouts in P-Gadget3 unter Zuhilfenahme des „semantic patching“-Ansatzes mit dem „Coccinelle“-Tool des INRIA in Frankreich wurde in diesem Jahr gestartet und läuft noch weiter bis ins Jahr 2019. Der dabei gewählte Ansatz wurde zusammen mit dem INRIA bei verschiedenen Gelegenheiten öffentlich präsentiert (Vorträge, Poster, HPC-Kurs) und wird wegen seines allgemeinen Ansatzes in Zukunft auch in verschiedenen HPC-Training-Events gelehrt. Die Förderungsphase des IPCCs endete im September 2018.

10 Das LRZ als Bayerisches Big-Data-Kompetenzzentrum

10.1 Ausgangslage

Digitale Daten von Sensoren oder Smartphones, aus dem Internet of Things, von Robotern, Embedded Systems u.v.m. strömen unaufhörlich in ein Meer aus Daten. Dort liegen schon Daten aus ‚traditionelleren‘ Datenquellen, wie Büchern oder strukturierte Daten. Die Erhebung, Verarbeitung, Zusammenführung und Analyse all dieser Daten erfordert den Einsatz verschiedenster Technologien und die Kompetenz, diese richtig anzuwenden. Aufbauend auf der starken Basis als IT-Kompetenzzentrum, soll das LRZ künftig verstärkt Anwender aus Wissenschaft und Wirtschaft (im vorwettbewerblichen Bereich) – sowie potenziell auch kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) – bei ihren IT-Problemstellungen im Bereich Big Data unterstützen. Ziel ist es, den Partnern zu ermöglichen, aus Big Data Smart Data zu machen, um neues Wissen bzw. Mehrwert zu generieren – mit dem LRZ als „One-Stop-Shop“ für ihre Anliegen rund um Big Data.

10.2 Angebote und Aktivitäten

Aufbauend auf den ersten Schritten und Workshops welche in 2017 im Zuge der Erweiterung des LRZ zum Bayerischen Big Data Kompetenzzentrum unternommen wurden, hat das LRZ in 2018 folgendes erreicht:

- Das Angebot an Diensten im Bereich Big Data wurde konsequent erweitert und gestärkt, als Beispiel ist hier die Inbetriebnahme eines zweiten NVIDIA DGX-1-Systems zu nennen, basierend auf NVIDIA Volta GPUs (siehe hierzu Compute Dienste 9.3.4). Des Weiteren, wurden aufgrund des gestiegenen Nutzeraufkommens das RStudio Server-Angebot (siehe hierzu Compute Dienste 9.3.3) am LRZ im Frühjahr 2018 zu einem Cluster erweitert. Es stehen nun mehrere dedizierte virtuelle Maschinen mit großem Arbeitsspeicher zur Analyse stetig wachsender Datenmengen zur Verfügung. Das Angebot wird inzwischen auch regelmäßig im Rahmen von (virtuellen) Lehrveranstaltungen der Münchner Universitäten eingesetzt.
- Das Kurs- und Trainingsprogramm wurde gezielt erweitert und bedarfsorientiert um neue Angebote ergänzt. Die enge Kooperation mit Partnern und ihren Trainingsprogrammen an der TUM (Data Innovation Lab) und LMU (Professional Data Science Certificate Program) wurde ausgebaut (siehe hierzu auch Kurse, Ausbildung und Veranstaltungen 9.4.3.3). Das LRZ-Angebot in diesem Bereich umfasst regelmäßig stattfindende Kursprogramme wie "Introduction to the LRZ Supercomputing & Machine Learning Infrastructure", "Using R at LRZ", "Using Python at LRZ" und "Machine Learning with R at LRZ" (zusammen mit dem Institut für Statistik der LMU), aber auch umfangreiche Trainingsangebote (z.B. „Fundamentals of Deep Learning for Computer Vision“) im Rahmen des Nvidia Deep Learning Institutes (DLI), darunter das am besten besuchte Deep Learning Tutorial auf der International Supercomputing Conference (siehe hierzu auch 3.2.8.1 International Supercomputing Conference ISC 2018 in Frankfurt). Zusätzlich wurde ein Workshop "High Performance Computing for AI" am LRZ organisiert. Eingeladene Referenten von LRZ, Nvidia, IBM und ITWM präsentierten Themen wie: CharlieCloud, HP-DLF - High Performance Deep Learning Framework, PowerAI und SnapML (<https://streams.tum.de/Mediasite/Catalog/catalogs/hpc4ai>).
- Mit dem DeToL-Projekt (siehe hierzu Forschung und Projekte 2.3.6) ist das LRZ seit diesem Jahr Partner in einem Konsortium, das sich mit der Entwicklung eines Software-Frameworks für den Einsatz von Deep Learning Anwendungen auf HPC-Systemen beschäftigt. Dies verbindet das Kompetenzzentrum mit einer anderen Kernkompetenz des LRZ, dem High Performance Computing (HPC). Weitere Projekte im Themenbereich Big Data befinden sich in Planung oder Vorbereitung.

Es fanden wie in 2017 Workshops mit Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft statt, um die für das LRZ noch neue Zusammenarbeit mit kleinen und mittelständischen Unternehmen voranzutreiben. Darüber hinaus wurde ein Diskussionsprozess mit potentiellen Partnern gestartet, um konkrete Pilotprojekte zu definieren und erste Schritte zur Umsetzung zu starten.

11 Datenhaltung

11.1 Archiv- und Backupsystem

Das Archiv- und Backupsystem des LRZ besteht aus mehreren miteinander über verschiedene Protokolle vernetzten Systemen, darunter Bandroboter, die zu den „dienstältesten“ Komponenten im Rechenzentrum gehören. Die Konfiguration ist untergliedert in

- das Hochleistungssystem HABS, das Anfang 2006 mit - vor mehr als 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 übergreifenden Disk Storage System als Disk Cache für die ankommenden Daten
- und einem Disaster Recovery System (DRABS), das 2012 beschafft wurde und das eine zweite Kopie der Archivdaten vorhält.

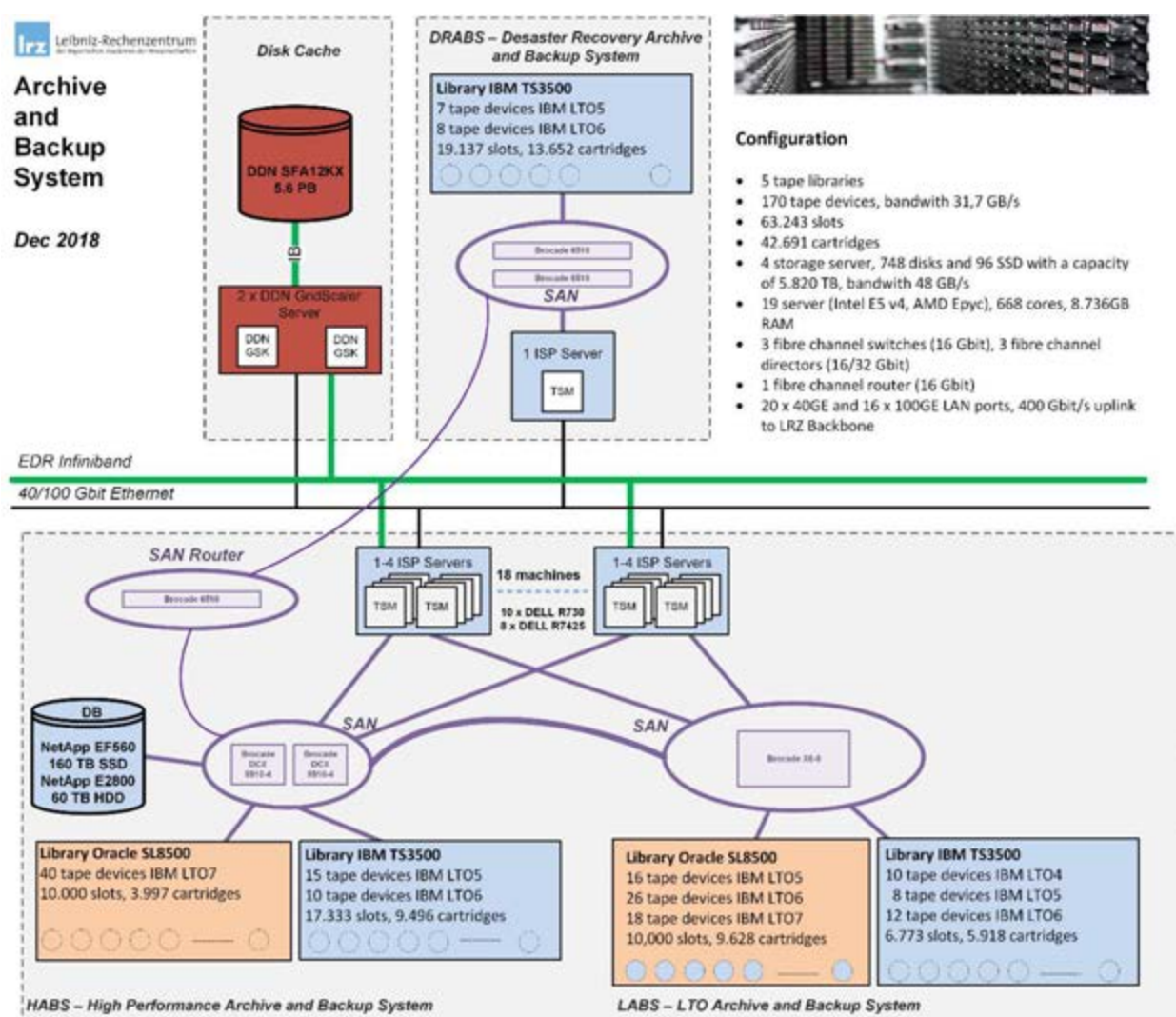


Abbildung 42: Konfiguration Archiv- und Backupsysteme

Das Disaster Recovery System ist, um die Ausfallsicherheit zu erhöhen, räumlich getrennt an der Max Planck Computing and Data Facility (MPCDF) installiert.

Der Disk Cache ist über Infiniband an die Server angeschlossen. Über die SAN Fabrics sind die Storage-Server, alle Bandlaufwerke der Bibliotheken und alle Systeme mit hohem Datenverkehr, insbesondere SuperMUC-Loginknoten, und die Backup-Server verbunden. 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.

11.1.1 Austausch der Server-Hardware

Die gesamte Architektur wird mit der Software IBM Spectrum Protect (ISP), vormals Tivoli Storage Manager betrieben. Ende 2018 waren insgesamt 60 ISP-Server-Instanzen in Betrieb. Dabei laufen bis zu 4 Instanzen auf einem Rechner. Ein Großteil dieser Rechner wurde im Herbst 2018 ersetzt. Dazu waren aufwändige Installationsarbeiten und Umzüge der Serverinstanzen notwendig, die sich über mehrere Wochen hinzogen.

Mit dem Umzug auf die 8 neuen Server wurde auch die Konfiguration des Archiv- und Backupsystems umgestellt. Der Disk Cache aller ISP-Server wurde auf ein zentrales Filesystem (IBM Spectrum Scale) verlegt, die ISP-Datenbanken der ISP-Server wurden auf All-Flash-Systeme migriert.

11.1.2 Landesweiter Lizenzvertrag für ISP-Produkte

Der fünfjährige Lizenzvertrag für Nutzung und Support der IBM Spectrum Storage Suite lief im Herbst 2018 aus. Nach Anträgen in den Jahren 2003, 2008 und 2013 wurde im Frühjahr 2018 unter der Konsortialführung des LRZ die Strategie zur landesweiten Beschaffung von Softwarelizenzen für Speicher- und Netzmanagementkomponenten im Fünfjahresrhythmus fortgesetzt. Der Antrag wurde im Juli genehmigt. Die Vertragsverhandlungen zogen sich bis Ende des Jahres hin, waren aber letztendlich sehr erfolgreich. Der neue Vertrag umfasst die landesweite Nutzung der ISP-Produkte einschließlich Support, Softwarepflege und Programm-Updates für 5 Jahre. Den größten Anteil am Vertrag hat der Bereich Speichermanagement mit dem Kernprodukt IBM Spectrum Protect, das auch an vielen bayerischen Hochschulen zur Datensicherung und Archivierung eingesetzt wird. Die Bündelung der Anforderungen der Hochschulen zu einem landesweiten Gesamtpaket ermöglichte einen sehr hohen Mengenrabatt, der bei Einzellizenzierungen der Hochschulen niemals hätte erreicht werden können. Der Vertrag bietet zudem gegenüber dem Vertrag von 2013 eine noch höhere Flexibilität. Er ermöglicht die uneingeschränkte Nutzung aller genannten Produkte für die Mitglieder des Konsortiums auf beliebig vielen Systemen während der gesamten Vertragslaufzeit. Auch der Beitritt weiterer Hochschulen und Universitäten des Landes ist möglich.

11.1.3 Statistik

Im Jahr 2018 wuchs der Datenbestand um insgesamt 11 Petabyte. Ende 2018 waren in den **5 Bibliotheken** des Archiv- und Backupsystems auf **43.000 Bändern 85 Petabyte** in **32 Milliarden Dateien** gespeichert.

Der größte Teil der gespeicherten Daten wurde am Rechenzentrum selbst erzeugt, vornehmlich von den HPC-Systemen, siehe Rubrik BADW in 41. Die Anteile von LMU und TUM stammen größtenteils von Datensicherungen aus dem MWN.

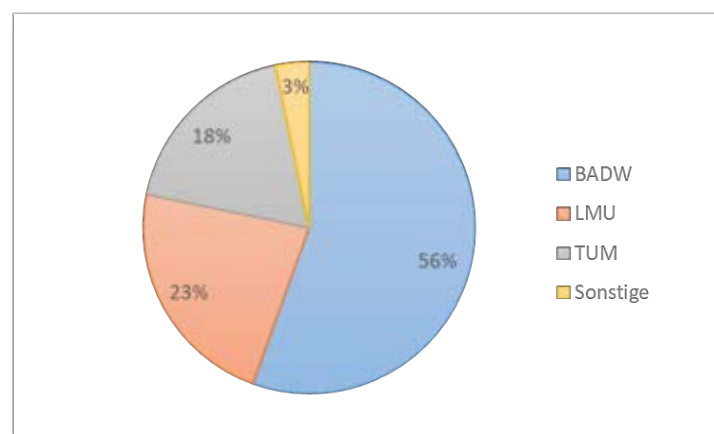


Abbildung 43: Verteilung nach Herkunft der Daten

Täglich wurden auf die Systeme **durchschnittlich 130 Terabyte** neu geschrieben. Die Daten stammen von **10.200 Rechnern** im Münchner Wissenschaftsnetz. Die Zahl der Rechner ändert sich dynamisch. 2018 wurden 1.100 Rechner neu registriert und 800 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 35 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 einem USB-Stick unterzubringen sind, vor zwanzig Jahren ein ganzes Rechenzentrum nötig war.

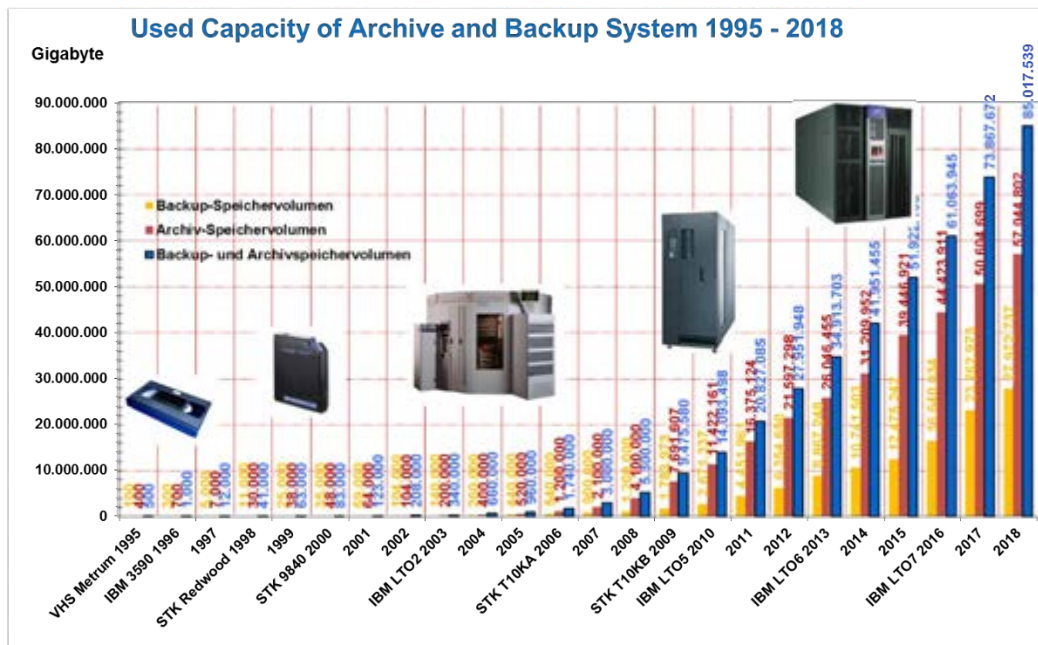


Abbildung 44: Datenzuwachs 1995-2018

11.1.4 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 Exlibris zustande kamen. Die langfristige Speicherung der Daten übernimmt bei allen Projekten ein am LRZ betriebenes 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 2018 **2 Milliarden Dateien mit einem Umfang von knapp 1.000 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 die Bayerische Landesbibliothek online.

11.2 Data Science Storage

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

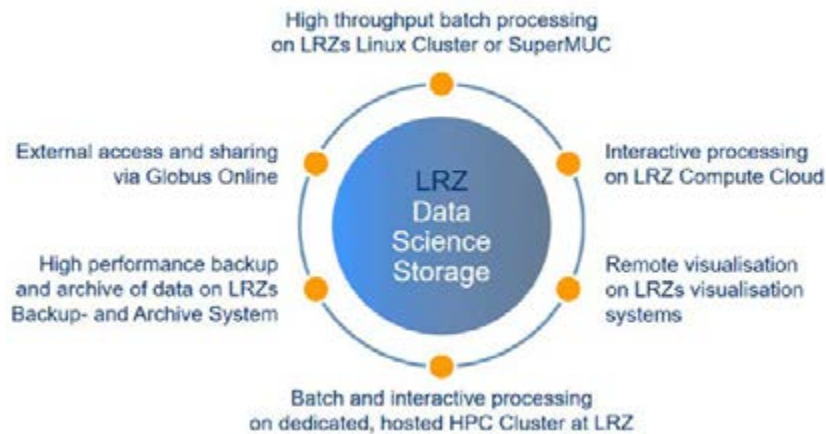


Abbildung 45: DSS Features

11.2.1 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 wurden zwei weitere große Systeme mit je 10 PB Nutzkapazität für InHPC-DE und für SuperMUC-NG installiert.

LRZ DSS	TUM DSS LARGE	TUM DSS MEDIUM	SuperMUC NG DSS	InHPC-DE DSS
1.7 PB	0.6 PB	0.4 PB	10 PB	10PB
8 GB/s	5 GB/s	2 GB/s	70GB/s	70GB/s

Abbildung 46: DSS-Speicherblöcke

Die Integration der nationalen Höchstleistungsrechenzentren Deutschlands (InHPC-DE) sieht ein mehrstufiges Verfahren für eine stärkere Integration der drei GCS-Zentren auf der Supercomputing- und Datenebene vor. Zu diesem Zweck wurde die Hochgeschwindigkeitsvernetzung in und zwischen den drei Zentren auf 100 Gbit/s ausgebaut. Am LRZ wurden die Speicherkapazitäten zu diesem Zweck erheblich erweitert.

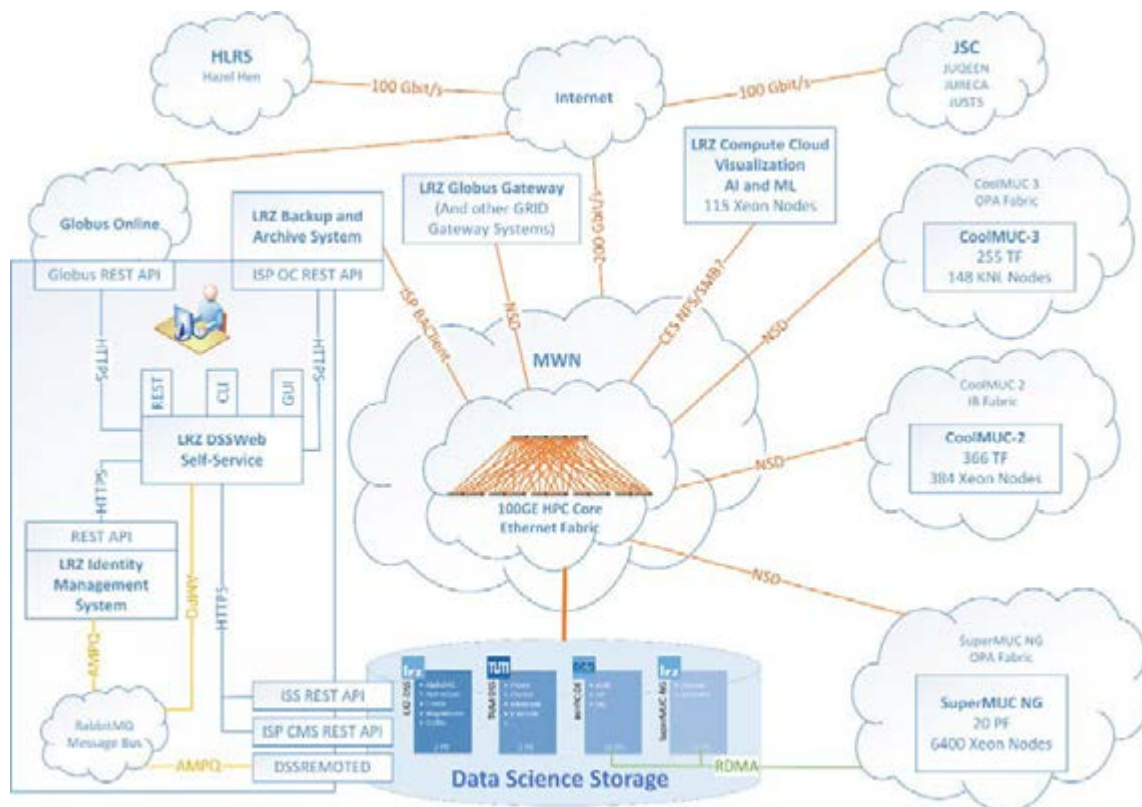


Abbildung 47: Der DSS in der HPC-Umgebung des LRZ

11.2.2 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. Die Entwicklung des hierzu notwendige Management-Interfaces sowie der Erweiterung des zentralen Identity-Managements um das Konzept der Datenprojekte wurde 2018 weiter vorangetrieben. Die vollständige Umsetzung ist eine komplexe, vielschichtige Herausforderung und wird noch einige Zeit in Anspruch nehmen.

11.3 Cloud Storage

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 TByte auf etwa 350 Festplatten, heute liegt es bei **18.000 TByte** auf **9.000 Festplatten**.

Abbildung 45 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.

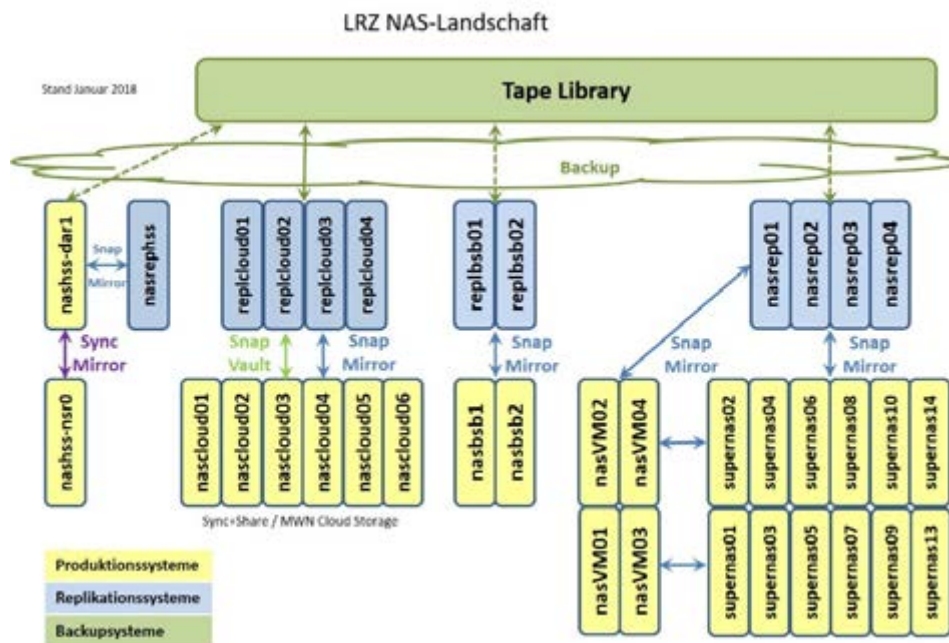


Abbildung 48: Primärsysteme, Replikation und Backup

11.3.1 Wachstum MWN Cloud Storage

Das LRZ stellt seit Mitte 2008 persönlich nutzbarem Speicher sowie gemeinsam nutzbaren Projektspeicher MWN-weit für alle Studierenden und Beschäftigten der Universitäten zur Verfügung. 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 (TUM). Auch Lehrstühle der LMU arbeiten zunehmend mit diesem Speicher, wenn auch noch nicht in dem Maße wie die TUM. Die Hochschule München und die Bayerische Staatsbibliothek haben ebenfalls begonnen, den Dienst zu nutzen. Insgesamt ist die Speicherbelegung im Laufe des Jahres um fast ein PB auf 2,3 PB angewachsen, siehe Abbildung 47. Die Wachstumsrate lag bei über 60 %. Da das System zuletzt im Herbst 2017 um ein PB erweitert wurde, kam es 2018 trotz des starken Wachstums dennoch zu keinen Versorgungsengpässen. Die nächste Erweiterung ist aber bereits für 2019 in geplant.

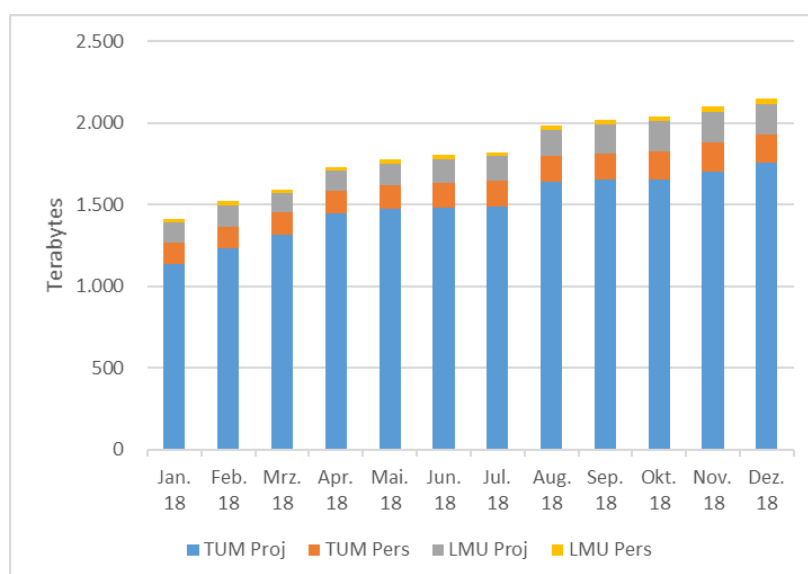


Abbildung 49: Belegter Speicher im MWN Cloud Storage

11.3.2 Beschaffung VMware-Speicher

Während der MWN Cloud Storage direkt an den Arbeitsplätzen der Wissenschaftler genutzt werden kann, bildet der VMware-Speicher rechenzentrumsintern die Basis für die gesamte virtuelle Infrastruktur des LRZ. Die Ersetzung der größtenteils 2013 beschafften Systeme war längst überfällig. Im Frühjahr 2018 wurde ein entsprechender Großgeräteantrag gestellt. Die beantragte Speicherhardware wurde nach Genehmigung des Antrags im Herbst ausgeschrieben. Sie bestand aus zwei analog aufgebauten NAS-Systemen mit flash-basierendem Speicher, die in verschiedenen Brandabschnitten installiert und redundant vernetzt werden sollen, siehe gelb hinterlegte Komponenten in Abbildung 48.

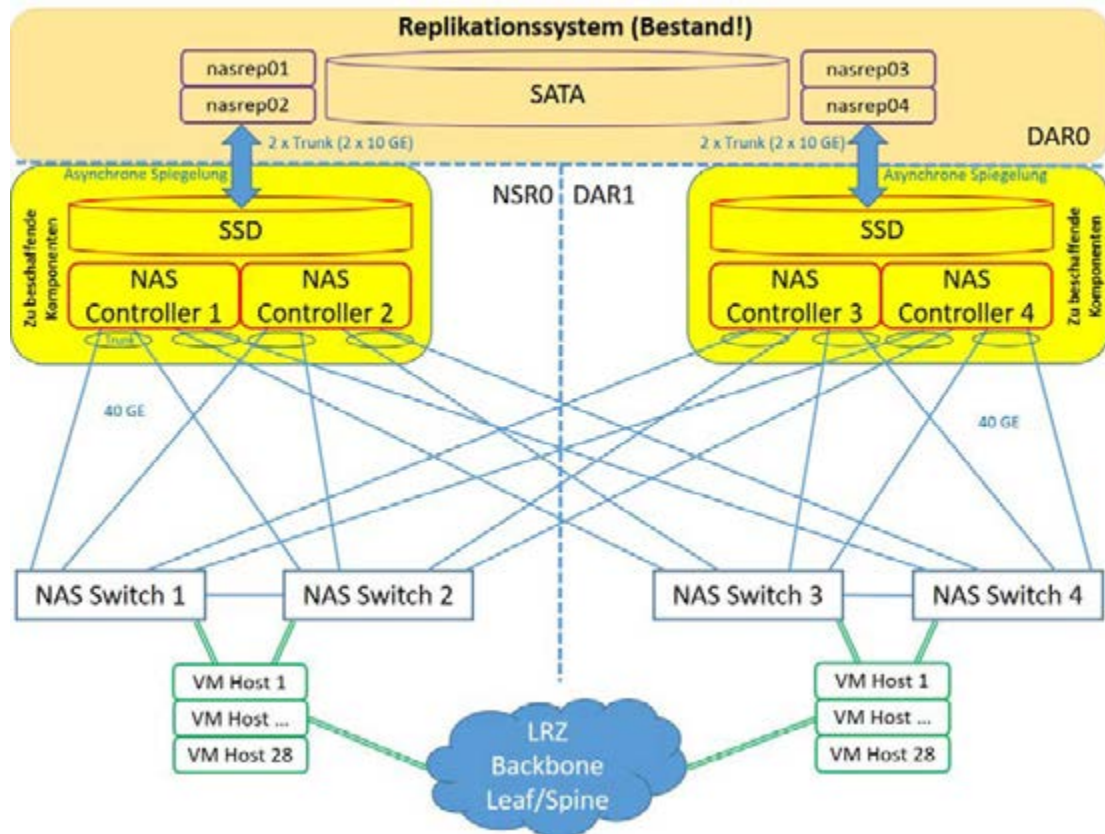


Abbildung 50: Netz-Einbindung des VMware-Speichers

11.4 LRZ Sync+Share

Der Austausch von kleineren Datenmengen über Einrichtungsgrenzen hinweg ist wesentlicher Bestandteil des Dienst Sync+Share. Sync+Share ist seit 2016 offiziell ein Bestandteil des LRZ Service Portfolios. Der Dienst wird durch das Programm *Digitaler Campus Bayern* gefördert. Im Vorjahresbericht war von 50.000 Nutzern im Juli 2017 die Rede, im Mai 2018 waren es 75.000 Nutzer und Stand Dezember 2018 sind über 90.000 Nutzer registriert. Die Zahlen belegen das enorme Bedürfnis, Daten innerhalb der Wissenschaftsgemeinschaft zu teilen. Der Dienst wurde zunächst für einen fünfjährigen Förderzeitraum konzipiert, der Ende 2019 ausläuft. Konzepte für die Finanzierung des Betriebs über 2019 hinaus als förderierter Dienst Bayernshare werden derzeit ausgearbeitet.

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. Insgesamt sind 50 Server an dem Dienst beteiligt. Das Cluster ist weitgehend redundant aufgebaut. Die meisten Wartungsarbeiten können im laufenden Betrieb durchgeführt werden.

Die starke Nutzung des Systems erfordert permanente Tuningmaßnahmen. Das LRZ steht in engem Kontakt mit dem Entwickler der Software, um die Performance des Systems zu verbessern, die Sicherheit zu erhöhen (Pentesting) und den Komfort in der Nutzung zu steigern, der am Standard der großen Provider gemessen wird.

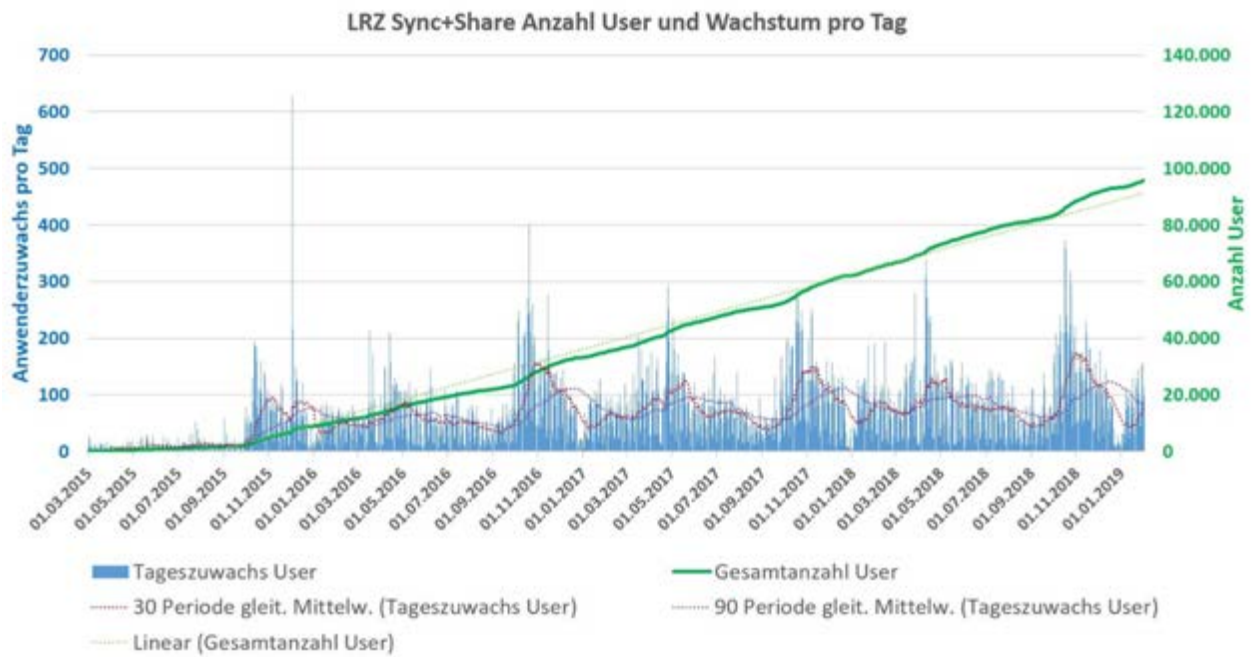


Abbildung 51: Zuwachs Sync+Share

Mehr als ein Drittel der registrierten Kennungen 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.

LRZ SYNC+SHARE – DER CLOUD-SPEICHER FÜR FORSCHUNG & LEHRE

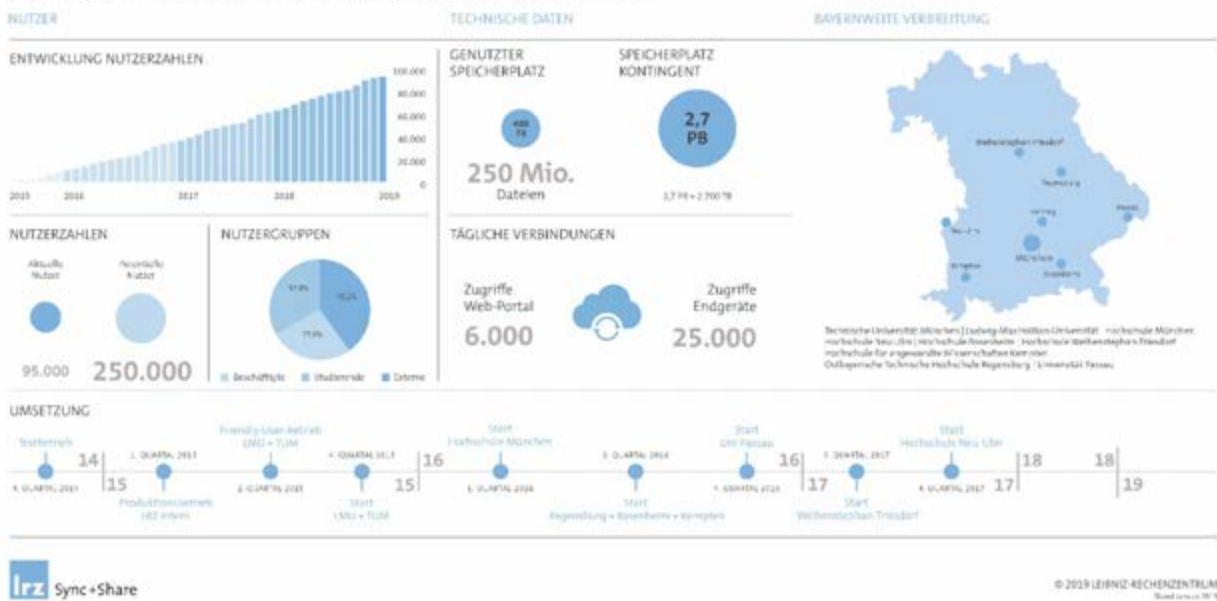


Abbildung 52: Nutzung Sync+Share, Stand Januar 2019

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 2018 war geprägt vom stetigen Wachstum der beiden Universitäten und damit einer stetigen Zunahme von Standorten und Netznutzern sowie erheblichen Umbauten im Backbone aber auch im Rechenzentrumsnetz. Die Internet-Anbindung des MWN, über das X-WiN Netz des DFN-Vereins, wurde im Rahmen des In-HPC-DE Projektes (vgl. 12.10.2) sowie der kostenneutralen Bandbreitenerhöhung des DFN auf 4 x 100 Gbit/s erhöht. Auch die Bandbreite im Backbone wurde auf 40 Gbit/s verdoppelt. Wegen der stark steigenden Bandbreitenanforderungen, SuperMUC-NG und dem Data Science Storage war es notwendig das Design des Rechenzentrumsnetzes grundlegend zu überdenken. Als Ergebnis dieser Überlegungen wurde eine hochskalierbare und hochbandbreitige Netzarchitektur „Leaf and Spine“ (vgl. Abschnitt 12.1.3) konzipiert und in sehr kurzer Zeit produktiv geführt.

Außerdem wurde in diesem Jahr ein großer Standort in Heilbronn (Baden-Württemberg) ans Münchner Wissenschaftsnetz angebunden (vgl. 12.2.1). Die TUM erhält von der Schwarz Stiftung Professuren und Gebäude auf dem Bildungscampus in Heilbronn. Die Studierenden und Mitarbeiter dort sollen alle Dienste genauso nutzen können, als wären sie in München.

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 51 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 ca. 600 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.

52 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 Rechenwürfel des LRZ miteinander verbindet

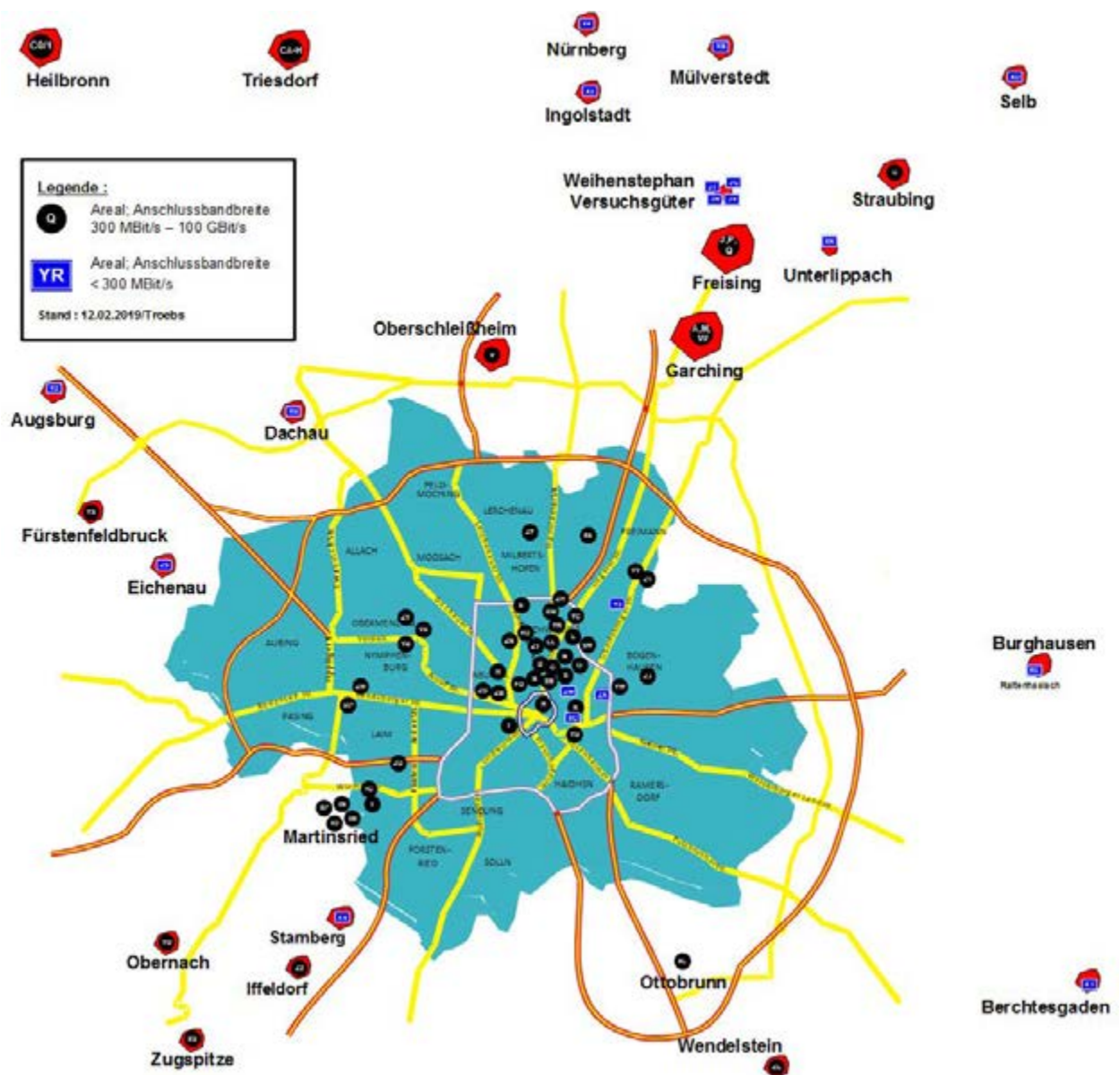


Abbildung 53: Räumliche Ausdehnung des Münchner Wissenschaftsnetzes

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 DSL-Verbindungen (bis zu 100 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 mit 1 Gbit/s, 10 Gbit/s oder mit 40 Gbit/s an die Router herangeführt.
- In den Gebäuden geschieht die Anbindung von Datenendgeräten über Ethernet. Die Anbindung wird entweder über „Twisted-Pair“-Kupferkabel (100/1.000/10.000 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 12.1.2 erläutert.

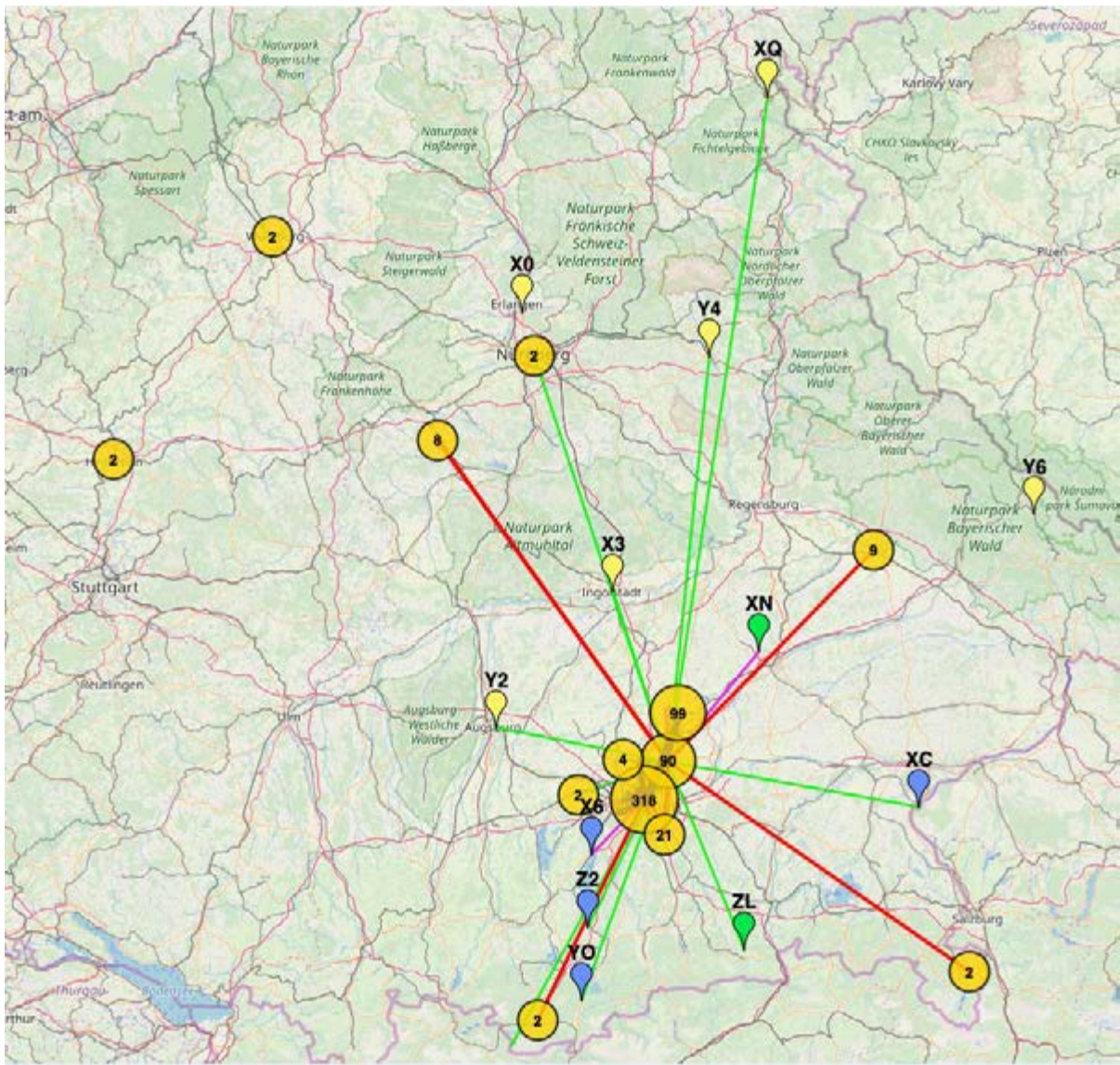


Abbildung 54: MWN Unterbezirke und Ausdehnung

- Die zentralen Rechner im LRZ (der Höchstleistungsrechner SuperMUC/SuperMUC-NG, die Systeme des Linux-Clusters, die Server des Backup- und Archivsystems und die zahlreichen Server-Systeme) sind untereinander mit mehrfach 100 Gbit/s, 40 Gbit/s und 10 Gbit/s mittels Switches bzw. einer Leaf+Spine Routing Infrastruktur verbunden. Diese Netzstruktur der zentralen Rechner ist über mehrere Router (mehrfach 100 Gbit/s) mit dem MWN-Backbone verbunden. Die Struktur des Rechenzentrumsnetzes beschreibt Abschnitt 12.1.
- Im MWN wird ausschließlich das Internet-Protokoll IP benutzt.

Abbildungen 52 und 53 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/>)

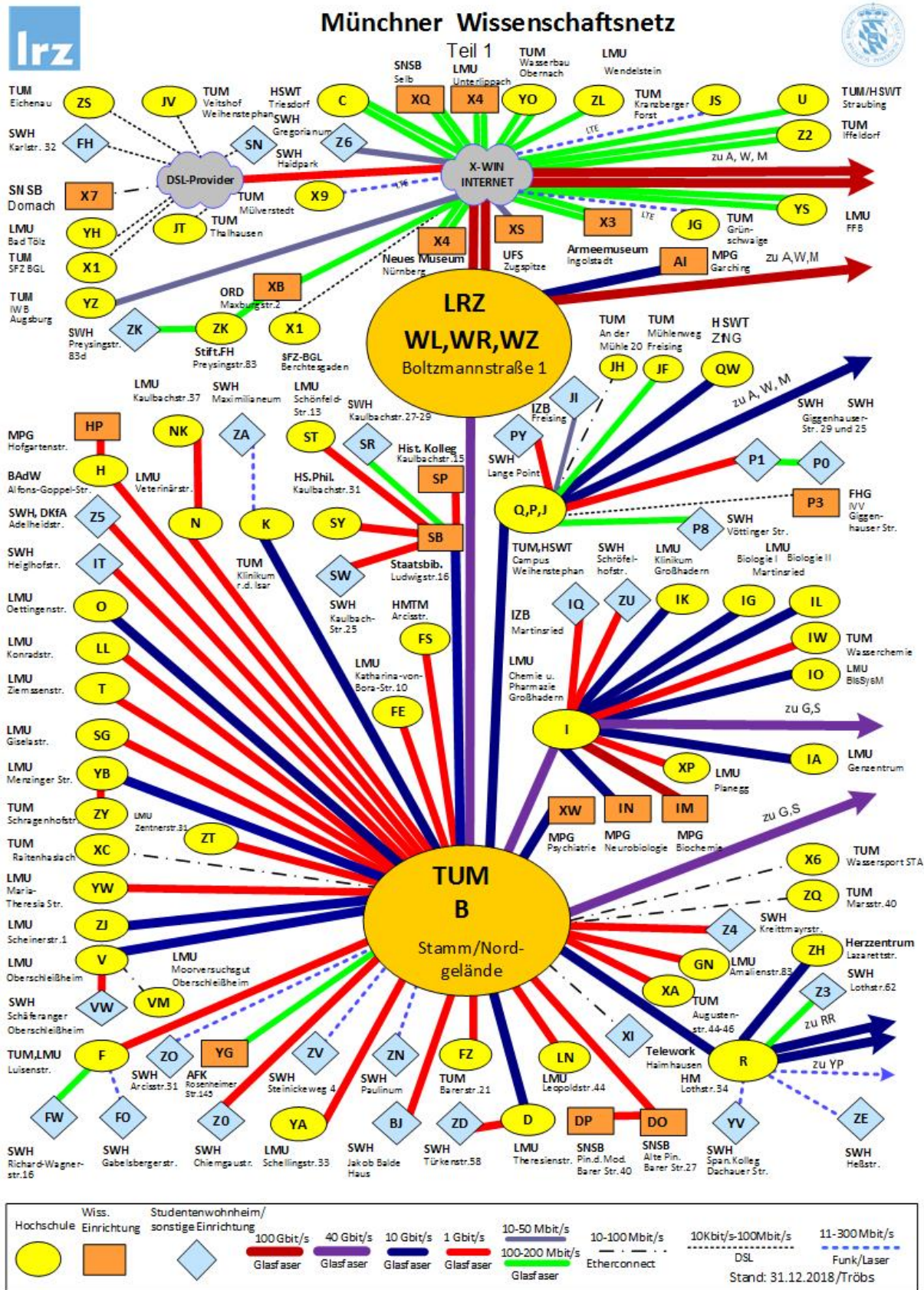


Abbildung 55: Standorte und Verbindungen im MWN (Teil 1)

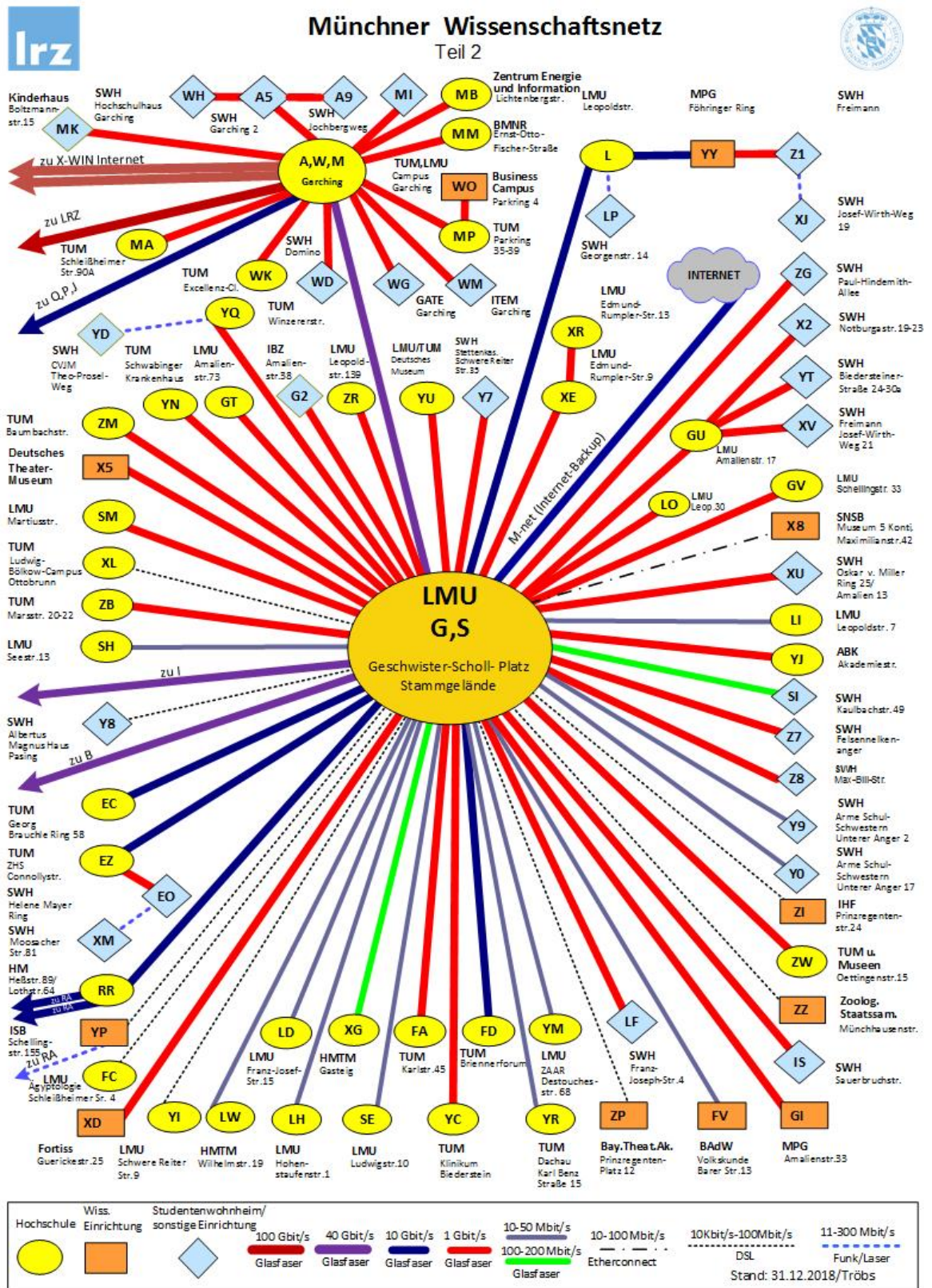


Abbildung 56: Standorte und Verbindungen im MWN (Teil 2)

12.1.1 Struktur des Backbone Netzes

Den Kern des MWN-Backbones bilden Cisco Nexus 7010 Switches/Router, die untereinander mit 10, 40 Gbit/s und 100 Gbit/s verbunden sind. Während Abbildung 47 und 48 die topologische Struktur, die Standorte und deren Verbindungen zeigt, stellt Abbildung 55 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 7710) und die Leaf+Spine Router (vgl. Abschnitt 12.1.3) 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, außerdem kommen LWL von Colt und Gasline zum Einsatz.

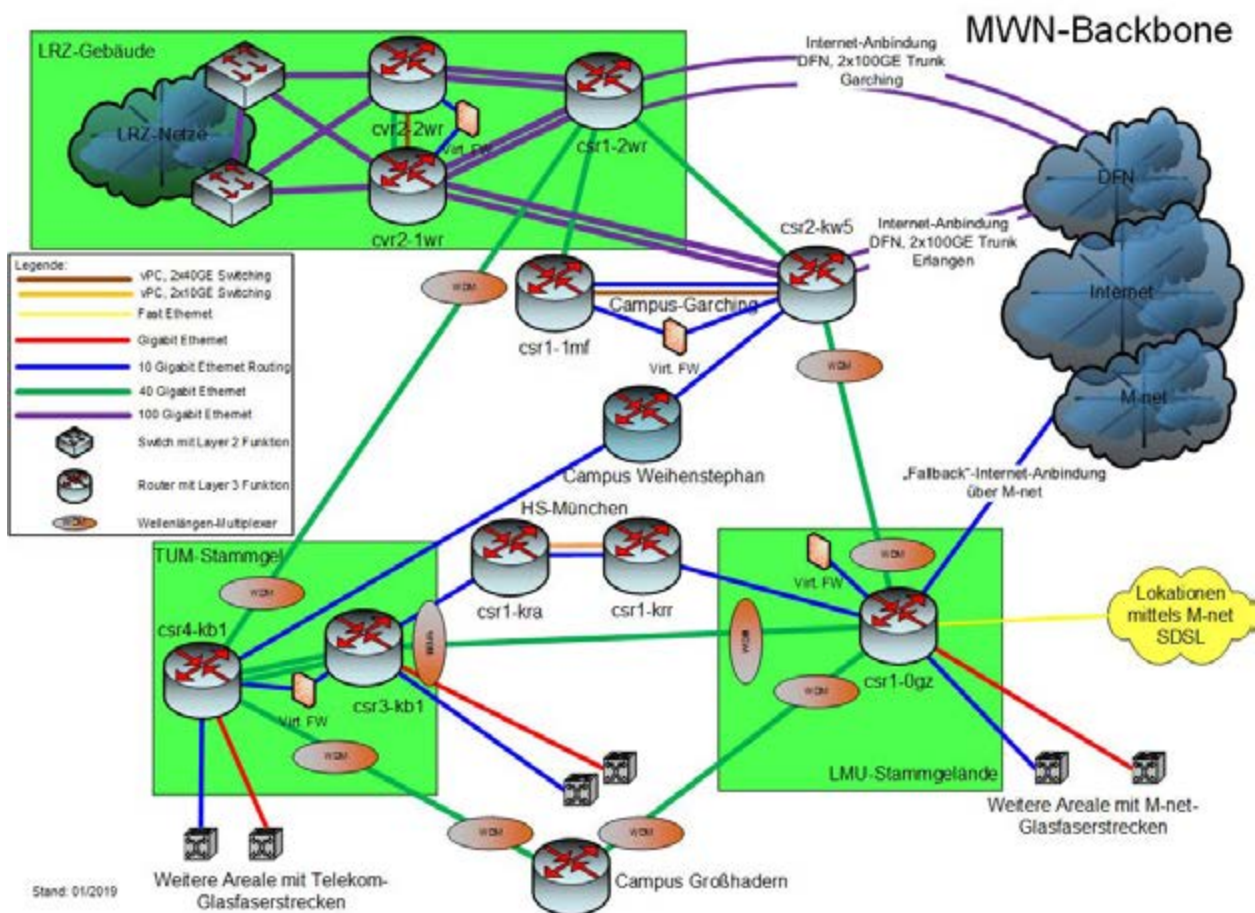


Abbildung 57: Struktur des Kernnetzes des MWN

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. Im Berichtsjahr wurden die Kern-Backbone-Strecken auf 40 Gbit/s gehoben (vgl. Abbildung **Abbildung 55: Struktur des Kernnetzes des MWN**)

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 Catalyse).

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 2018 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 2x100 GBit/s Bündel zu den DFN Super-Cores in Erlangen und Garching geleitet.

12.1.2 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 Etagenverteiltern 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 2018 wurden vom LRZ insgesamt 1.559 Switches betrieben. Einen Vergleich zu den Vorjahren zeigen Tabelle 14 und Abbildung 49. Daraus ergibt sich, dass sich in den letzten 12 Jahren die Anzahl der Switches im Durchschnitt um 65 Stück pro Jahr erhöht hat. Die Port-Anzahl ist im selben Zeitraum um durchschnittlich 6.000 pro Jahr gestiegen. In den letzten zehn Jahren hat die Anzahl der Switches um fast 60 %, die Anzahl der Ports um knapp 80 % zugenommen. 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 daher 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. Dieser Effekt wirkte sich auch 2018 aus, wo zwar die Anzahl der Switches wieder leicht angestiegen ist, aber in einem deutlich geringeren Umfang als zwischen 2010 und 2016.

Tabelle 14: Anzahl der im MWN eingesetzten Switches und Ports

	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009
Switches	1.559	1.528	1.564	1.507	1.469	1.406	1.310	1.247	1.126	990
Ports	119.366	112.137	111.046	104.576	100.557	97.000	88.777	85.161	73.882	66.856

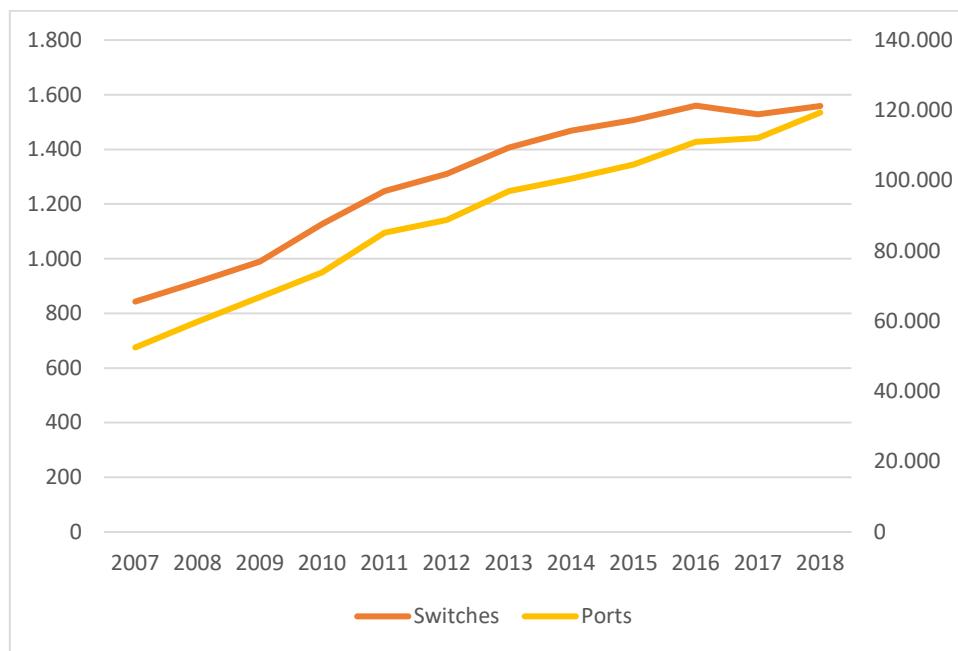


Abbildung 58: Anzahl der im MWN eingesetzten Switches und Ports

12.1.3 Struktur des Rechenzentrumsnetzes (LRZ-Netz); Leaf and Spine

Um die im Rahmen der Installation des SuperMUC NG benötigten Portdichten und Bandbreiten abdecken zu können wurde im ersten Halbjahr 2018 eine neue, für die HPC-Bedürfnisse optimierte, Netzinfrastruktur im LRZ-Rechnerwürfel in Betrieb genommen. Diese basiert nicht wie die bisherigen Routingkomponenten auf großen modularen Systemen mit Einschüben, sondern auf statisch zusammengestellten Komponenten mit extrem hoher Portdichte. Im Fall des LRZ kommen Systeme mit 64x 100Gbit/s Ports auf nur 2 Höheneinheiten (etwa 10cm Höhe) zum Einsatz. Diese Systeme bilden paarweise die Schnittstelle zu den HPC-Systemen (Leaf) und sind intern mit jeweils 16x 100Gbit/s (1,6 TBit/s) zu einem dedizierten Verteilnetz verbunden (Spine).

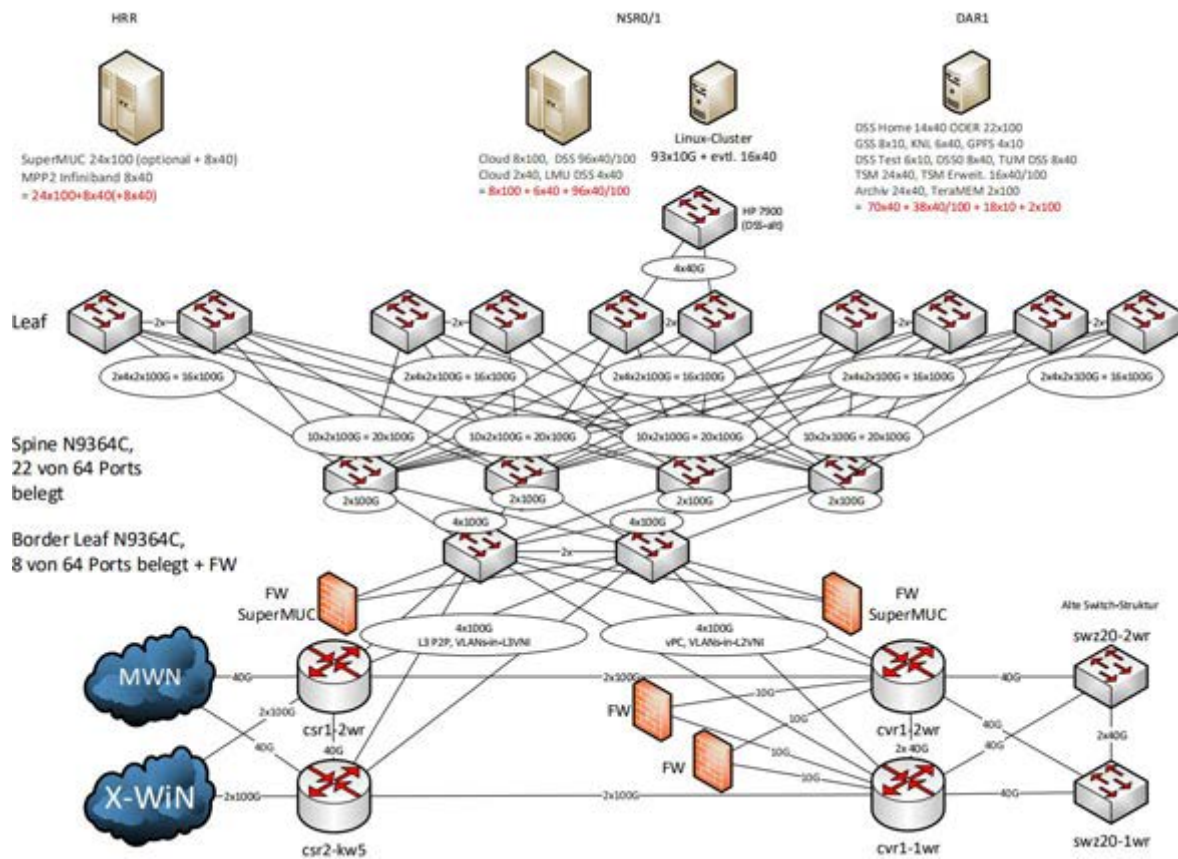


Abbildung 59: Rechenzentrumsnetz (mit Leaf and Spine)

Im derzeit installierten Ausbauzustand können insgesamt 648 40/100 GBit/s Ports bereitgestellt werden. Ein weiterer Ausbau ist problemlos möglich. Die Verbindung untereinander geschieht über den erst seit Q1/2018 verfügbaren Standard 100GBASE-BD-SR, bei dem 100 GBit/s über ein einzelnes Multimode-Glasfaserpaar transportiert werden können. Dies senkt den Verkabelungsaufwand gegenüber der üblichen 100GBASE-SR MPO-Verbindung um 75%.

Das Netz basiert auf den neuesten Protokollen und Netzkonzepten, die aufgrund ihrer Skalierbarkeit auch bei den großen Cloud Providern zum Einsatz kommen. Das Kernnetz basiert auf reinem gerouteten IP-Verkehr und ist daher sowohl sehr stabil als auch leicht skalierbar. Nutzerdaten werden mit der VXLAN-Technologie über das Kernnetz getunnelt. Dabei kommt als Routingprotokoll EBGP-VPN zum Einsatz, welches mehrere Millionen angebundene Hosts in tausenden getrennten Kundenzonen (Tenants) unterstützt.

Neben HPC werden bereits weitere bandbreitenintensive Dienste (wie Backup und Archiv) auf der Leaf and Spine Infrastruktur betrieben. Die Hoffnungen im Datendurchsatz haben sich erfüllt, es sind jedoch noch einige Probleme zu beseitigen, die sich aus der Verbindung von sehr neuer Hardware und sehr komplexer Routingtechnologie ergeben.

12.2 Wesentliche Netzänderungen im Jahr 2018

Abschlussdatum	Netzänderungen
01.01.2018	Aufgabe des Standortes IWB Anwenderzentrum der TUM in Augsburg
14.02.2018	Neuanschluss Pferdeklinik, LMU-Tiermedizin in Oberschleißheim
14.02.2018	Neuanschluss der Landesfachstelle für das öffentliche Bibliothekswesen, Außenstelle Würzburg
19.03.2018	Neuanschluss der TUM Robotik, Heißstrasse 134 mit 10 Gbit/s
13.06.2018	Upgrade des X-WiN Anschlusses in Straubing von 400 Mbit/s auf 1 Gbit/s

10.04.2018	Upgrade der Hochschule für Fernsehen und Film (HFF) von 1 Gbit/s auf 10 Gbit/s
10.04.2018	Upgrade TUM Pasing von 1 Gbit/s auf 10 Gbit/s
23.05.2018	Upgrade der X-WiN Anbindung in Garching von 2 x 10 Gbit/s auf 2 x 100 Gbit/s
28.05.2018	Upgrade der X-WiN Anbindung nach Erlangen von 2 x 10 Gbit/s auf 2 x 100 Gbit/s
29.05.2018	Upgrade des Ludwig-Bölkow-Campus (TUM) von 50/5 Mbit/s auf 1 Gbit/s über eine Strecke der Universität der Bundeswehr
03.07.2018	Neuanschluss des TUM Geb. 2920, Gabelberger Str. 47
03.07.2017	Studentinnenwohnheime der Armen Schulschwestern: Upgrade DSL 10/10 → 50/10 Mbit/s
24.07.2018	Upgrade der TUM Informatik von 2 x 10 Gbit/s auf 2 x 40 Gbit/s
03.08.2018	Neuanschluss der Sammlung Götz (Staatliche Museen und Sammlungen) mit 100 Mbit/s
13.08.2018	Upgrade der Monumenta Germaniae Historica von 10 Mbit/s auf 100 Mbit/s
18.09.2018	Institut für Humane Tropenmedizin wird vom medizinischen Netz der LMU-Kliniken und nicht mehr über das MWN versorgt
19.09.2018	Neuanschluss des Staatlichen Textil- und Industriemuseums Augsburg (Staatliche Museen und Sammlungen) mit 100 Mbit/s
28.09.2018	Upgrade Studentenstadt, Max-Planck Institut für Physik am Föhringer Ring von 10 Gbit/s auf 40 Gbit/s
12.10.2018	Neuanschluss der Außenstelle des Staatsinstituts für Frühpädagogik in Amberg mit 200 Mbit/s
01.11.2018	Aufgabe und Auflösung des SWH Spanisches Kolleg
14.11.2018	Bandbreitenerhöhung des Moorversuchsguts in Oberschleißheim von 10 Mbit/s auf 200 Mbit/s und Versorgung des Standortes über den DFN
04.12.2018	Upgrade TUM Study Center in Raitenhaslach von 100 Mbit/s auf 200 Mbit/s und Versorgung über den DFN
07.12.2018	Neuanschluss des StudiTUM in Garching mit 10 Gbit/s
10.12.2018	Neuanschluss LMU Gebäude in der Lena-Christ-Str. 48 in Planegg mit 10 Gbit/s

12.2.1 Neuer TUM Standort in Heilbronn (Baden-Württemberg)

Die TUM erhält von der Dieter Schwarz Stiftung Professuren und Räume auf dem Bildungscampus in Heilbronn in Baden-Württemberg. Im Rahmen dieser Stiftung soll ein geteilter Studiengang entstehen, der in Heilbronn und in München durchgeführt wird. Deshalb soll der Standort Heilbronn so ins MWN eingebunden werden, dass die Studierenden und Mitarbeiter alle Dienste so nutzen können als wären sie in München. Um dieses Ziel zu erreichen gab es im Berichtsjahr umfangreiche Planungsgespräche zur Infrastruktur und netztechnischen Erschließung. In enger Kooperation mit der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät wurde ein Konzept erarbeitet.

Der Standort, an dem zwei Gebäude von TUM Mitarbeitern belegt sein werden, soll mittels redundanten DFN X-WiN Anbindungen versorgt werden. Die Betreuung der aktiven Netzkomponenten wird das LRZ übernehmen. Das WLAN wird vom lokalen Betreiber der Campus IT bereitgestellt.

Mittlerweile wurden bereits 30 TUM-PCs dort aufgestellt. Bis zur Übergabe der X-WiN Anbindung werden diese über einen LRZ Tunnel-Router und einer vorhandenen BeWü Anbindung ins MWN eingebunde

12.2.2 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 2018 wurde das Porzellanikon in Selb, die Sammlung Goetz in München, sowie das Staatliche Textil- und Industriemuseum in Augsburg neu ans MWN angebunden.

12.2.3 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.

12.2.3.1 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 9 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 2018 ertüchtigt:

Garching	Netzerweiterung der CAVES im Neubau der CALA
München	Richard-Wagner-Straße 10 Fakultät für Chemie und Pharmazie Haus E + F Theaterbühne Neuturmstraße 5 Neubau Stubistro Martinsried
Oberschleißheim	Neubau Zentrale Einrichtungen
Fürstfeldbruck	Geophysikalisches Observatorium – Neubau Messbunker

12.2.3.2 TU München

Derzeit gibt es noch Koax in Gebäude 0106 (N6) und zum Teil in Gebäude 5402 (CH2 in Garching); hier soll aber Koax im Rahmen anderer Maßnahmen sukzessive 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 2018 abgeschlossen werden. Der dritte Bauabschnitt befindet sich kurz vor Fertigstellung. Der zu Beginn der Maßnahme als vierter Bauabschnitt vorgesehene Bereich des Uhrenturms wurde als eigenständiges Projekt parallel zur „Großen Maßnahme“ geführt. Im Rahmen dieser Sanierungsmaßnahme wurde auch die Datenverkabelung erneuert. Dieses Projekt konnte bereits im ersten Halbjahr 2018 abgeschlossen werden.

Mit einer strukturierten Verkabelung der Kategorie 6_A wurden folgende TUM-Gebäude im Jahr 2018 ertüchtigt:

Garching	Chemiegebäude Teilbereiche der Gebäudeabschnitte CH6 + CH7 Neubau StudiTUM Garching Teilbereiche TUM Maschinenwesen Neubau Interims-Audimax II Neubau Neue Mensa
----------	--

München Stammgelände Gebäude 0503 - 2. Bauabschnitt
Kernsanierung mit Umbau Uhrenturm

12.2.3.3 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).

12.2.4 Vorbereitungen für einen zweiten zentralen Netzknoten auf dem Campus Weihenstephan

Analog zum Campus Garching soll auch die Redundanz der Gebäudeanbindungen sowie des zentralen Netzknotens am Campus Weihenstephan erhöht werden. Das Ziel ist der Aufbau eines zweiten zentralen Netzknotens mit einem virtuellen Routerpärchen, das über die beiden Netzknoten verteilt betrieben wird. Außerdem soll es künftig dann möglich werden wichtige und große Gebäudeareale über zwei unabhängige Wege mit den beiden zentralen Netzknoten zu verbinden.

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 wurden 67 Kabelstrecken bestehend aus ca. 1.900 Einzelfasern mit einer Gesamtlänge von 22 km nachinstalliert.

Baubeginn war im Oktober 2016, die Fertigstellung konnte im ersten Quartal 2018 erfolgen.

Außerdem wurde bereits begonnen einen Raum für einen redundanten Verteilerknoten im Bibliotheksgebäude 4220 (Unterbezirk QY) zu ertüchtigen. Dort wurde Ende 2018 eine unterbrechungsfreie Stromversorgung installiert.

Abbildung 58 zeigt die Faser-Infrastruktur, sowie die redundanten Anbindungen (gestrichelte Linien) zum zweiten zentralen Netzverteiler im Geb. 4220 (QY).

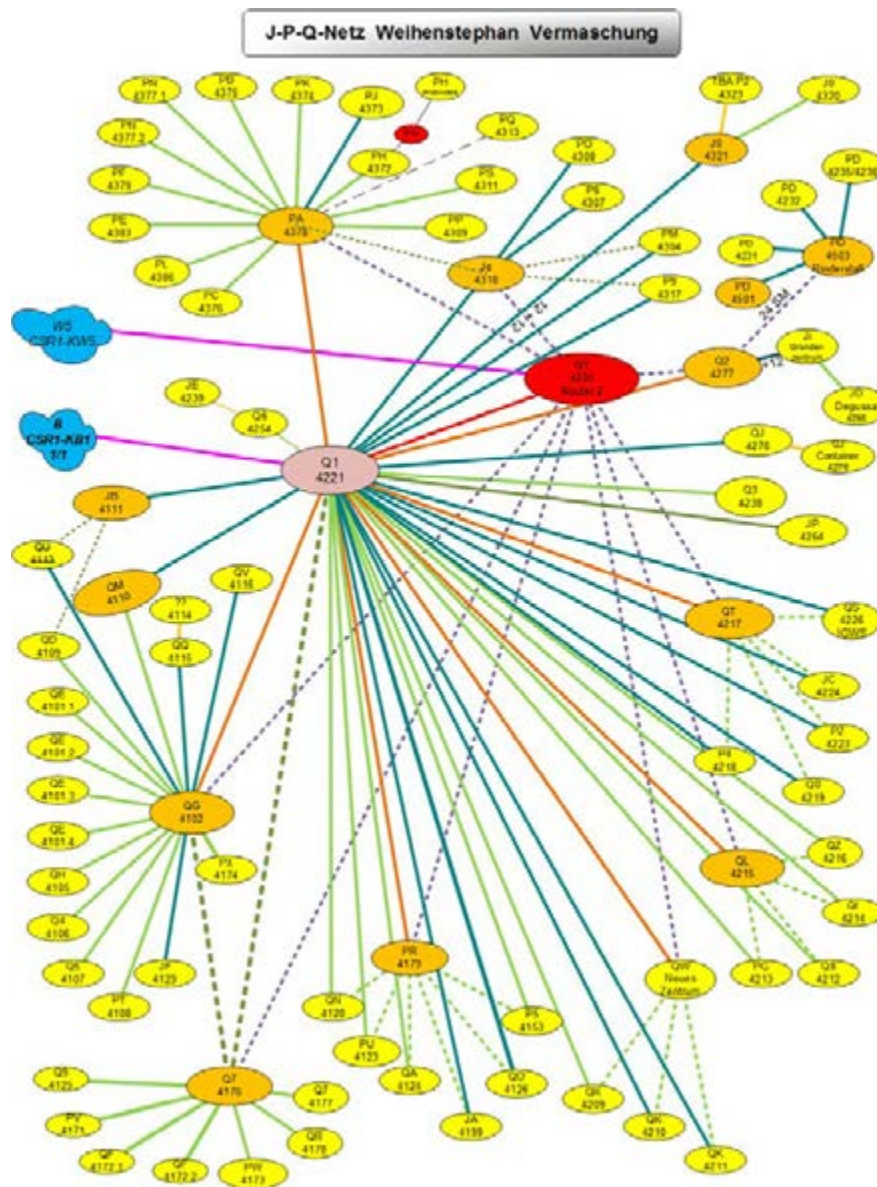


Abbildung 60: LWL-Infrastruktur am Campus Weihenstephan

12.2.5 Redundanz am Campus Großhadern

Analog zum Campus Garching und zum Campus Weihenstephan soll auch die Redundanz der Gebäudeanbindungen sowie des zentralen Netzknotens am Campus Großhadern/Martinsried erhöht werden. Auch dort ist das Ziel der Aufbau eines zweiten zentralen Netzknotens mit einem virtuellen Router-Pärchen, welches über die beiden Netzknoten verteilt betrieben wird. Außerdem soll es künftig möglich werden, wichtige und große Gebäudeareale über zwei unabhängige Wege mit den beiden zentralen Netzknoten zu verbinden.



Abbildung 61: Campus Großhadern, Martinsried

Der zweite zentrale Netzknoten soll im Gebäude des Biomedizinischen Centrum München (BMC, Unterbezirk IZ) ertüchtigt werden. Auf dem Campus Martinsried (vgl. Abbildung 54: Campus Großhadern, Martinsried) besteht seit Herbst 2018 ein Glasfaserring zwischen den Gebäuden des Biozentrums, des Mensa- und Verwaltungsgebäudes, dem Stubistro und des Biomedizinischen Centrum. Neben der von der Telekom bereitgestellten Glasfaser zur Standortanbindung im Haus C der Fakultät für Chemie und Pharmazie der LMU wurde vor einigen Jahren eine ebenfalls dort endende Glasfaser der Stadtwerke-Tochter M-net angemietet. Eine dieser beiden Provider-Glasfaserkabel soll im Rahmen des Redundanzkonzeptes in das Gebäude des BMC zum Campus Martinsried verlegt werden. Eine Glasfaser Verbindung zwischen den beiden Teilen des Campus Großhadern/Martinsried wird aktuell von Seiten LRZ, LMU und dem Staatlichem Bauamt München 2 geplant. Der Trassenverlauf konnte bereits festgelegt und zum Teil ausgebaut werden. Abbildung 61: Geplantes Redundanzkonzept für den Campus Großhadern - Martinsried fasst die Planungen zusammen.

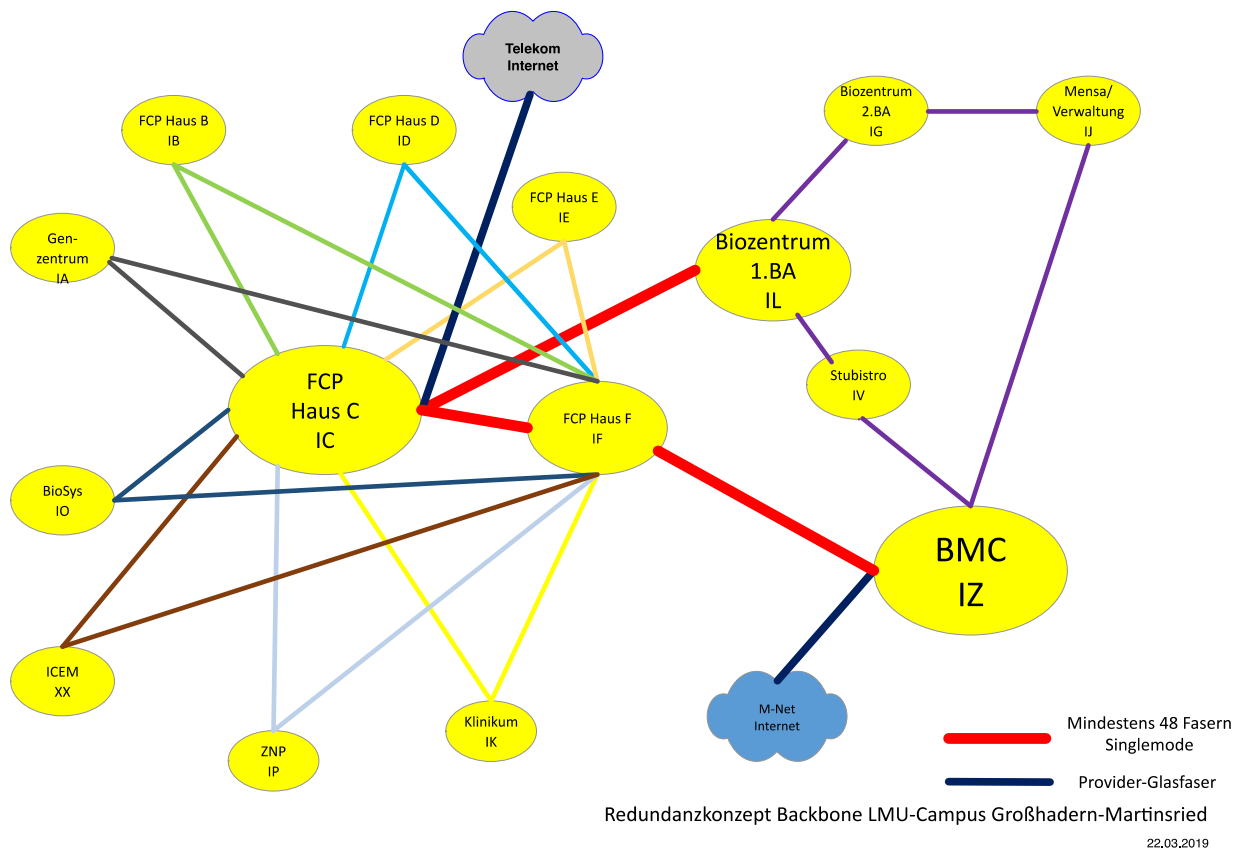


Abbildung 62: Geplantes Redundanzkonzept für den Campus Großhadern - Martinsried

12.2.6 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 2018 sind mehr als 12.500 Wohnheimplätze in 50 Heimen an das MWN angeschlossen, davon 35 über eine Glasfaserleitung (LWL) mit 100 Mbit/s bis zu 2 Gbit/s, zwei über FibreDSL mit 10 Mbit/s, acht über Funkstrecken, drei über DSL, eines über Mikrowellenfunk sowie zwei über einen GRE-Tunnel. In einem Heim wird nur das WLAN vom LRZ betrieben. Ein Heim wird zur Zeit renoviert. Die Anzahl der Wohnheimplätze ist auf Zehner gerundet.

Tabelle 15: Studentenwohnheime im MWN

Name	Adresse	Träger	Plätze	Anschluss
Adelheidstr. (mit Deutschkurse für Ausländer)	Adelheidstr. 13	Studentenwerk	370	LWL zu TUM
Internationales Haus	Adelheidstr. 17	Studentenwerk	90	über Adelheidstr. 13 angeschlossen
Haidpark	Admiralbogen 37-49	Münchner Arbeiterwohlfahrt	200	Nur WLAN vom LRZ
Hugo-Maser-Haus	Arcisstr. 31	Verein evangelischer Studentenwohnheime	70	Funk zu TUM-Uhrenturm

Name	Adresse	Träger	Plätze	Anschluss
St. Albertus Magnus Haus	Avenariusstr. 15 (Pasing)	St. Albertus Magnus-Stiftung (Kath.)	110	SDSL M-net
Studentenwohnanlage Biederstein	Biedersteiner Str. 24-30a	Studentenwerk	170	LWL zu Amalienstr. 17
Studentenstadt Freimann	Christoph-Probst-Str. 10	Studentenwerk	2.440	LWL zu MPI Freimann
Felsennelkenanger	Felsennelkenanger 7-21	Studentenwerk	550	M-net LWL
Sophie-Barat-Haus	Franz-Josef-Str. 4	Katholisches Ordinariat	100	LWL zu Ordinariat
Weihenstephan II	Freising, Giggenhauser Str. 25	Studentenwerk	230	LWL über Weihenstephan IV
Weihenstephan IV	Freising, Giggenhauser Str. 27-33	Studentenwerk	240	LWL zur Telefonzentrale
Lange Point (Weihenstephan III)	Freising, Lange Point 1-35	Studentenwerk	380	LWL zu HSWT Heizhaus
Vöttinger Str. (Weihenstephan I)	Freising, Vöttinger Str. 49	Studentenwerk	110	LWL zu alter DVS
Deutsche Bourse e.V.	Friedrichstr. 34	KDStV Vandalia	80	M-Net DSL privat
Albertia, Ottonia, Erwinia	Gabelsbergerstr. 24	Stud.-Verbindungen Albertia, Ottonia, Erwinia	30	Funk zu Richard-Wagner-Str. 18
Garching II	Garching, Enzianstr. 1, 3	Studentenwerk	110	LWL zu TU-Heizkraftwerk
Hochschulhaus Garching	Garching, Enzianstr. 5	Evangelische Studentenwohnheime	100	LWL zu Wohnheim Garching II
Garching I	Garching, Jochbergweg 1-7	Studentenwerk	110	Telekom LWL
Dominohaus	Garching, Untere Strassäcker 21	Dominobau	80	LWL zu TU-Heizkraftwerk
Priesterseminar St. Johannes der Täufer	Georgenstr. 14	Katholisches Ordinariat	30	Funk zu Georgenstr. 11

Name	Adresse	Träger	Plätze	Anschluss
Heiglhofstraße	Heiglhofstr. 64,66	Studentenwerk	410	Telekom LWL
Studentenviertel auf dem Oberwiesenfeld	Helene-Mayer-Ring 9	Studentenwerk	1.950	LWL zu ZHS
Wohnheimsiedlung Maßmannplatz	Heßstr. 77	Wohnheimsiedlung Maßmannplatz e.V.	120	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	450	LWL zu Amalienstr. 17
Johannes-Hanselmann-Haus	Kaulbachstr. 25	Ev. Waisenhausverein	120	LWL zu Staatsbibliothek
Newman-Haus	Kaulbachstr. 27-29	Newman-Verein e.V	130	LWL zu Staatsbibliothek
Marie-Antonie-Haus (wird renoviert)	Kaulbachstr. 49	Studentenwerk	(100)	LWL zu Ludwigstr. 28
Kreittmayrstraße	Kreittmayrstr. 14	Studentenwerk	40	LWL zu TUM
Lothstraße	Lothstr. 62	Studentenwerk	60	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	30	Funk zu KH Rechts der Isar
Frauendorfer Haus	Notburgastr. 19-23	Studentenwerk	150	LWL zu Amalienstr. 17
Oberschleißheim	Oberschleißheim, Am Schäferanger 9-15	Studentenwerk	170	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	30	LWL zu Ordinariat
Herzogliches Georgianum	Professor-Huber-Platz 1	Erzdiözese München-Freising	50	ADSL, intern WLAN

Name	Adresse	Träger	Plätze	Anschluss
Wohnheim Richard Wagner-Str. 16	Richard-Wagner-Str. 16	Ingeborg van-Calker Stiftung	40	LWL zu Richard-Wagner-Str. 18
Rosenheim I	Rosenheim, Marienberger Str. 36-38	Studentenwerk	110	über Tunnel und Secomat
Rosenheim II	Rosenheim, Westendorfer Str. 47a-m	Studentenwerk	340	über Tunnel und Secomat
Sauerbruchstraße	Sauerbruchstraße 59, 61, Heiglhofstraße 44, 46	Studentenwerk	260	M-net LWL
Wohnheim Stiftsbogen	Schröfelhofstr. 4	Studentenwerk	600	LWL zu Campus Großhadern
Stettenkaserne	Schwere-Reiter-Str. 35	Studentenwerk	240	M-net LWL
Ökumenisches Studentenheim	Steinickeweg 4	Verein evangelischer Studentenwohnheime	80	Funk zu TUM-Uhrenturm
John-Mott-Haus	Theo-Prosel-Weg 16	CVJM München e.V.	70	Funk zu Winzererstr.
Jakob Balde Haus	Theresienstr. 100	Studienseminar Neuburg-Donau	100	LWL zu TUM
Chiemgaustraße	Traunsteiner Str. 1-13	Studentenwerk	440	Telekom-LWL zu TUM
Türkenstraße	Türkenstr. 58	Studentenwerk	100	LWL zu Theresienstr., Intern mit Funk vernetzt
Am Anger II	Unterer Anger 17	Orden der Armen Schulschwestern	90	M-net FibreDSL
Am Anger I	Unterer Anger 2	Orden der Armen Schulschwestern	50	M-net FibreDSL
50 Wohnheime		Summe insgesamt	12.530	

12.3 DNS und Sicherheit im DNS

Das 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 400 (+11) Nutzern zur Pflege der DNS-Einträge verwendet. Die Anzahl der über WebDNS verwalteten DNS-Zonen sank 2018 von 2.792 auf 2.776 als Folge umfangreicher Aufräumarbeiten der TUM.

Es wurden 39 (-19) neue Domains unter verschiedenen Top-Level-Domains (z.B. de, org, eu, bayern) für Institute und Organisationen über den DNS-Reseller InternetX registriert, 44 (+19) wurden von anderen Providern transferiert. Insgesamt sind über das LRZ 930 (Vorjahr 870) Top-Level-Domains registriert.

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 16: Übersicht über die wichtigsten Domains im MWN

Zone	Delegierte Zonen	Subdomains	A-Records	AAAA-Records	Aliase	MX-Records	Maildomains	WWW-Records
uni-muenchen.de	390	2.729	19.076	3.499	5.559	2.991	1.460	2.196
lmu.de	148	1.707	5.450	1.853	2.982	2.583	1.276	1.775
tu-muenchen.de	202	2.743	17.219	3.207	2.188	7.280	6.941	253
tum.de	408	4.537	27.236	3.610	5.077	9.450	9.114	1.885
fh-muenchen.de	49	133	3.056	0	246	520	224	32
hm.edu	80	577	13.909	0	381	256	104	103
fh-weihenstephan.de	2	21	15	0	16	1	1	16
hswt.de	0	60	184	0	94	5	3	10
badw-muenchen.de	23	59	27	0	22	77	38	43
badw.de	41	118	123	18	156	93	46	199
lrz-muenchen.de	1	5	6	0	25	16	8	4
lrz.de	108	745	34.081	8.284	1.738	56	24	30
mhn.de	64	1.809	14.458	121	1.562	37.267	12.429	129
mwn.de	43	278	207.193	412	490	35	19	108
Gesamt	1.559	15.521	342.033	21.004	20.536	60.630	31.687	6.783

12.3.1 DNSSEC

2018 waren 285 (Vorjahr: 194) DNS-Zonen mit kryptographischer Absicherung der DNS-Inhalte

ausgestattet. Der DNSSEC-Signing-Proxy, der Zonen von externen Mastern signiert und über die autoritativen DNS-Server des LRZ veröffentlicht, hat die einjährige Testphase erfolgreich und ohne Ausfälle bestanden. Die dort eingeführten Neuerungen wie automatisches ZSK-Management sind damit auch getestet und können in Zukunft für die WebDNS-Zonen übernommen werden.

12.3.2 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.

Den neuen Dienst des LRZ, DNSSECaaS („DNSSEC as a Service“), nutzten im Jahre 2018 die HS Coburg, TH Ingolstadt und die OTH Amberg-Weiden, um ohne großen eigenen personellen Aufwand von den Vorteilen von DNSSEC profitieren zu können.

12.3.3 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 durch telefonischen Support, einem Wiki mit Informationen zur zugrundeliegenden Funktionsweise von DNSSEC und DANE, sowie Anleitungen zur Einrichtung auf eigenen Systemen unterstützt. Besonderer Wert wird hier auf praktische Anleitungen zur Konfiguration und der Hinweis auf nicht so offensichtliche Fallstricke, die vermieden werden müssen, gelegt.

Auf der Betriebstagung des DFN wurde im März über den Projektstand berichtet. Die Dokumentation ist seit Sommer auf der LRZ-Dokumentationsplattform öffentlich zugänglich und kann anderen an DNSSEC und DANE Interessierten zu Gute kommen.

Im Laufe des Jahres wurde zur Einführung der Dienste an der KU Eichstätt-Ingolstadt und der Hochschule Aschaffenburg Unterstützung vor Ort geleistet. Die folgende Abbildung zeigt den Stand zum Ende des Jahres 2018.

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

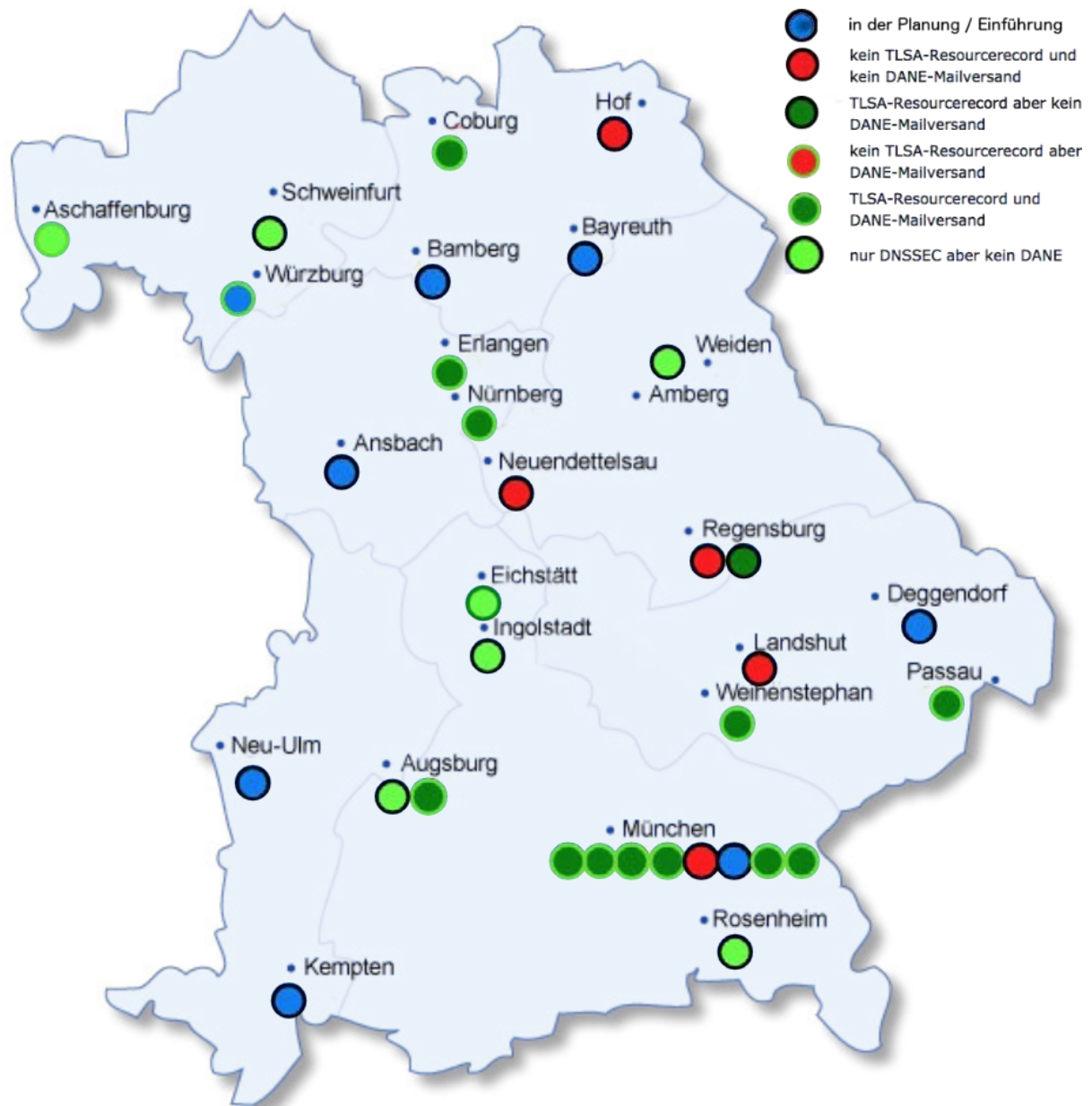


Abbildung 63: Status des Projektes "Sichere E-Mail in Bayern" zum Ende des Jahres 2018

12.4 Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

Seit ca. 14 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 301 (im Vorjahr 280) Instituten genutzt und verwaltet dabei 1.150 (1.089) Subnetze mit 452.473 (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.

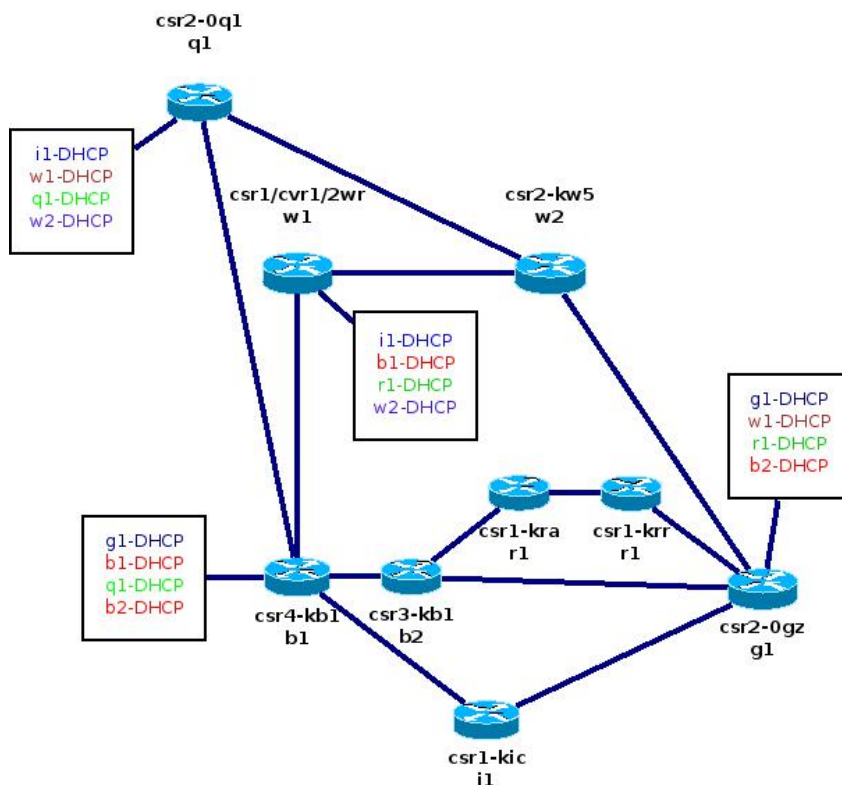


Abbildung 64: DHCP-Infrastruktur auf den DNS-Servern

Durch das 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.

12.5 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 die Abbildung 64 : RADIUS-Struktur im MWN.

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.

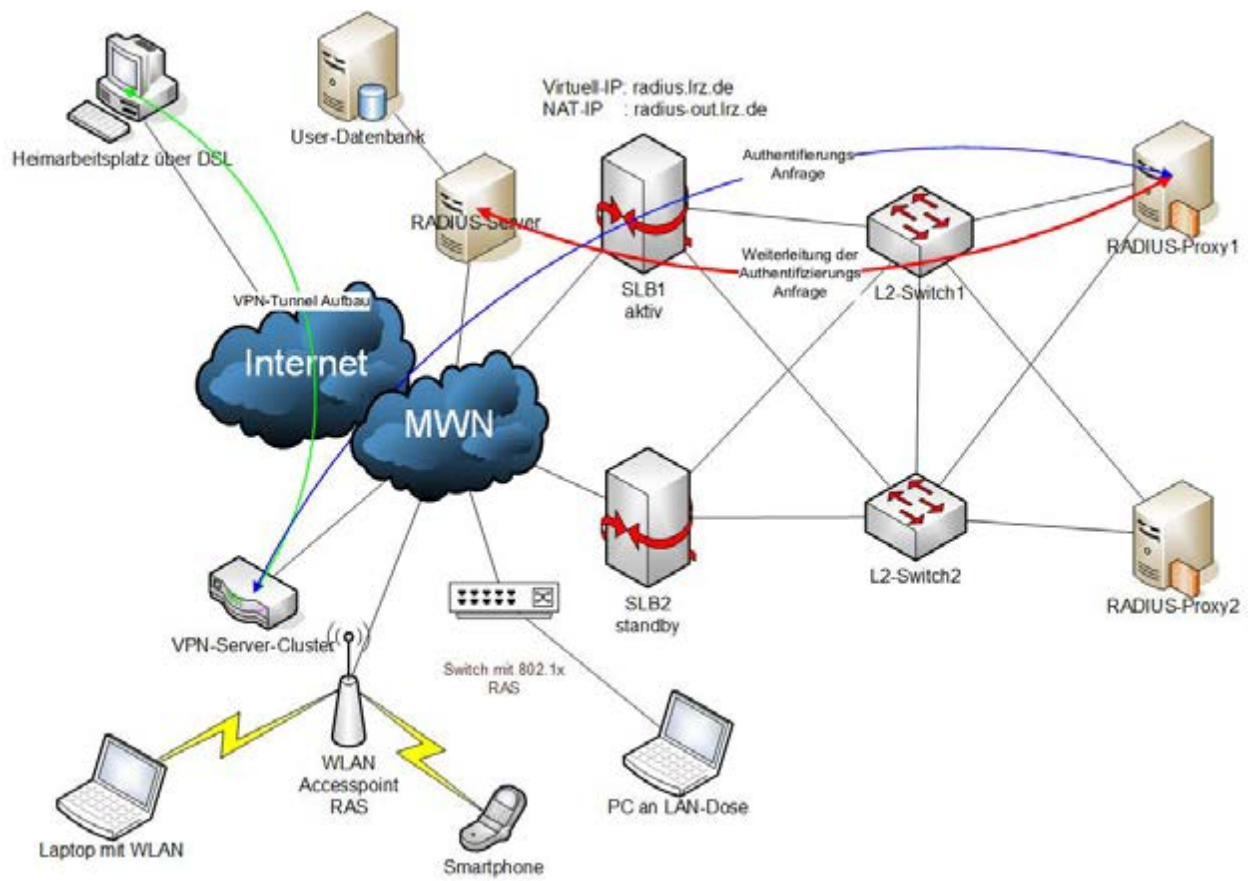


Abbildung 65: RADIUS-Struktur im MWN

Seit 2017 läuft auf den Radius-Servern die freie Software `radsecproxy 1.6.8`. 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.

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

Im Jahr 2018 musste das Zertifikat des RADIUS Servers gewechselt werden. Dies dient dazu um „Man-In-the-Middle“ Attacken zu verhindern. Dazu mussten alle Nutzer über das EDUROAM CAT-Tool (<https://cat.eduroam.de/>) ihre Einstellungen neu laden um weiterhin sicher über EDUROAM kommunizieren zu können.

12.6 Switch-Infrastruktur / Switch-Erneuerung

Das LRZ setzt seit Mitte 2006 Switches vom Typ HP 4200 ein. Zum 01.01.2018 waren hiervon noch 143 Geräte im Einsatz. Dieser Switch-Typ entspricht aber schon seit etlichen 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 2018 fortgesetzt. Dabei wurden insgesamt 45 HP 4200 ersetzt.

Wie dringend eine Ersetzung der veralteten Switches ist, zeigt auch deren Altersstruktur, die in Abbildung 65 dargestellt ist. Sie zeigt, dass ca. 18% der im Produktiveinsatz befindlichen Switches 10 Jahre und älter sind und die älteste Komponente bereits 17 Jahre lang betrieben wird. Daher besteht hier dringender

Handlungsbedarf, um den Münchener Hochschulen auch in Zukunft im Edge-Bereich eine leistungsfähige und dem aktuellen Stand der Technik entsprechende Netzinfrastruktur zur Verfügung stellen zu können. Das MWN zeichnet sich durch ein starkes Wachstum und einer Zunahme der Gebäude und Areale aus. Damit werden auch viele neue Switches ins MWN eingebracht. Die Gesamtmittel für Neubeschaffung und Ersetzung sind aber begrenzt. Es muss daher in den nächsten Jahren mit einer weiter fortschreitenden Überalterung in diesem Bereich gerechnet werden.

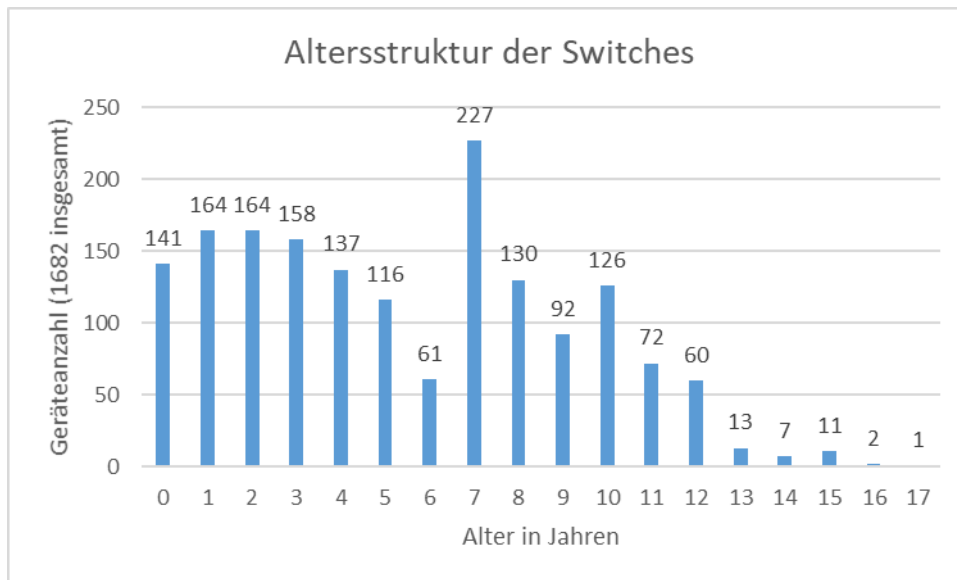


Abbildung 66: Altersstruktur der Switches (Stand Dezember 2018)

12.7 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. Die 2017 angeschafften Telefone für das LRZ durch vom Typ Yealink T46S bzw T41S funktionieren seither unauffällig.

Die Umstellung auf All-IP konnte 2018 nicht abgeschlossen werden da die Ersetzung der vorhandenen Zweidrahtleitungen gegen TP Leitungen für neue Türsprechstellen noch nicht durchgeführt werden konnte. Die Umstellung der SIP-DECT Versorgung im Rechnerwürfel auf eine Multicell Lösung von Spectralink wurde 2018 abgeschlossen.

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

12.7.1 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) ist eine Nutzung des Zugangspunktes systembedingt nicht möglich. Für 2019 sind Updates angekündigt die dies ermöglichen sollen.

Seit 2018 nutzt das LRZ die kostenpflichtige Zusatzoption WiFi Calling für die bessere Erreichbarkeit der Mobilfunkgeräte. Mit dieser Option ist ein Telefonieren über eine WLAN Verbindung möglich, falls keine ausreichende Mobilfunkabdeckung vorhanden ist.

An Standorten die lokationsbedingt nicht mit einer Kabelanbindung mit genügend Bandbreite angeschlossen werden können, wurden LTE Router mit theoretisch bis zu 100 Mbit/s aufgebaut. Dieses Vorgehen kommt auch bei Lokationen zum Einsatz bei denen eine Kabelanbindung zum gewünschten Nutzungsbereich nicht gegeben ist.

12.7.2 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.

Durch die breite Verfügbarkeit von @BayernWLAN, die weiter steigende Anzahl der unterstützten Smartphones und die kostenfreie Bereitstellung der WiFi Call Option in vielen Verträgen wurden die Planungen eingestellt.

12.8 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.

12.8.1 Server Load Balancer (SLB)

Wie geplant konnte im Jahr 2018 die Anbindung der SLBs auf 40 Gbit/s an die Hausrouter durchgeführt werden. Es gab im Jahr 2018 trotz einiger Firmwareupdates 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 312 ,2017: 279, 2016: 216, 2015:199) ab.

Tabelle 17: Anzahl der konfigurierten Server Load Balancer

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Virtuelle Server	240	244	281	299	309	251
Gruppen (Pools)	175	147	165	171	167	180
Pool Members	365	384	367	390	387	483

12.8.2 IPv6

Auch im Jahr 2018 ergaben sich keine wesentlichen Änderungen im IPv6-Betrieb des Münchner Wissenschaftsnetzes. Die noch nicht IPv6-fähigen Dienste Sync&Share und NAS befinden sich weiterhin in Planung. Die Loginknoten des SuperMUC-NG sind voll IPv6-fähig und sollten im Laufe des Jahres 2019 in den Produktivbetrieb gehen. Bei der Compute Cloud verhindern derzeit noch technische Schwierigkeiten die Einführung, dieses Manko soll im Laufe des Jahres 2019 angegangen werden. Der Verkehrsanteil von IPv6 am Gesamtverkehr blieb konstant bei etwa 25%.

12.8.3 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 wurde ein weiterer Ausbau der WDM-Systeme durchgeführt, bei dem die Geschwindigkeit der Verbindungen der Backbone-Router auf 40 Gbit/s verdoppelt wurde.

2018 ist ein passives WDM-System zur Kopplung einiger LMU-Verwaltungs-Dienste durch ein aktives System (ADVA FSP 3000R7) ersetzt worden.

Im MWN werden vom LRZ aktuell auf 6 Verbindungen WDM-Systeme eingesetzt (s. Tabelle 18).

Tabelle 18: WDM Verbindungen

Verbindung	WDM-Typ	Einsatzzweck
Großhadern FCP - TU-Stammgelände	ADVA FSP 3000R7	Verbindung der MWN Backbone-Router (4x 10 Gbit/s) Intranet der Max-Planck-Gesellschaft (1x 100 Gbit/s)
TU-Stammgelände - Katalysezentrum Garching	ADVA FSP 3000R7	Verbindung der MWN Backbone-Router (4x 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) Intranet der Max-Planck-Gesellschaft (1x 10 Gbit/s)
LMU-Stammgelände - Maschinenwesen Garching	ADVA FSP 3000R7	Verbindung der MWN Backbone-Router (4x 10 Gbit/s) Intranet der Max-Planck-Gesellschaft (1x 10 Gbit/s)
LMU-Stammgelände – TU-Stammgelände	ADVA FSP 3000R7	Verbindung der MWN Backbone-Router (4x10 Gbit/s)
LMU-Stammgelände - Martiusstraße 4	ADVA FSP 3000R7	Anbindung des Gebäudes Martiusstr. 4 an das MWN (1x 10 Gbit/s) Intranet der LMU-Verwaltung (4x 10 Gbit/s) Fiber-Channel-Kopplung der LMU-Verwaltung (2x 4 Gbit/s)

12.9 Netzmanagement und –monitoring

Das Netzmanagement bildet die Basis für die Qualität der Netzdienstleistungen des LRZ im MWN. Wesentliche Komponenten des Netzmanagements sind Konfigurations-, Fehler- und 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 (siehe Abschnitt 137).

12.9.1.1 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.

Die wesentliche Änderung im Jahr 2018 war die Integration der neuen Leaf and Spine Infrastruktur mit den Cisco Nexus 9000 Geräten in das Netzmanagement. Dazu mussten verschiedene Polling-Regeln und Alarm-Mechanismen angepasst werden. Sicherheitspatches bzgl. Java und der zugehörigen Web-Oberfläche wurden zeitnah installiert. Außerdem machten es verschiedene Fehler in den SNMP MIBs der Geräte immer wieder nötig, die von ITNM nicht vollständig richtig erkannte Layer 2 Netz-Topologie des MWN durch manuelle Eingriffe zu korrigieren oder zu ergänzen.

In der folgenden Abbildung ist die Layer 2 Netz-Topologie des gesamten MWN (ca. 6.500 Geräte) am Anfang des Jahres 2019 zu sehen.

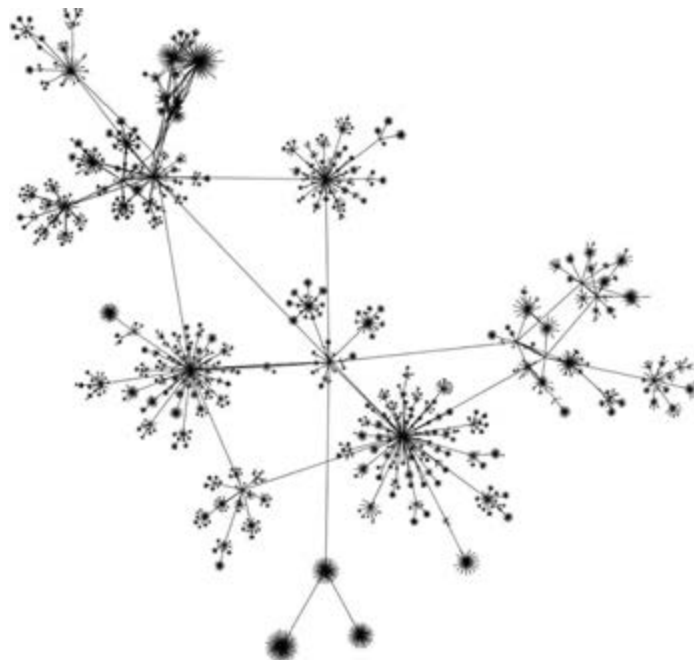


Abbildung 67: Topologie des MWN

Ende 2018 wurden vom IBM Tivoli Network Manager ca. 6.500 Netzkomponenten und Server (mit netzrelevanten Diensten) überwacht. Das ist eine Steigerung von ca. 500 Geräten gegenüber 2017.

Der Netzmanagement-Server auf dem der IBM Tivoli Network Manager installiert ist, hat außerdem noch folgende Funktionen:

- Arbeitsserver für die Geräteadministratoren
- Zentrales Repository für die Gerätekonfigurationen
- Notfallzugriff auf Geräte im LRZ über serielle Verbindungen
- Server für diverse Skripte, die für den Betrieb und das Management des MWN benötigt werden

In 2018 wurde neue Hardware (Dell Poweredge R740) beschafft. Die Inbetriebnahme und Installation der neuen Server wurde noch Ende 2018 begonnen, kann aber erst 2019 fertig gestellt werden.

12.9.1.2 WWW-Server zum Netzmanagement

Auf einem Webserver sind seit 2002 aktuelle Informationen über die Topologie des Münchner Wissenschaftsnetzes und die Performance des MWN-Backbone abrufbar. Unter <https://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 Netzverbindungen, 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.

In 2018 waren nur einige kleinere Anpassungen bei der Konfiguration der MRTG Statistiken wegen Interface-Änderungen an den Backbone Routern notwendig.

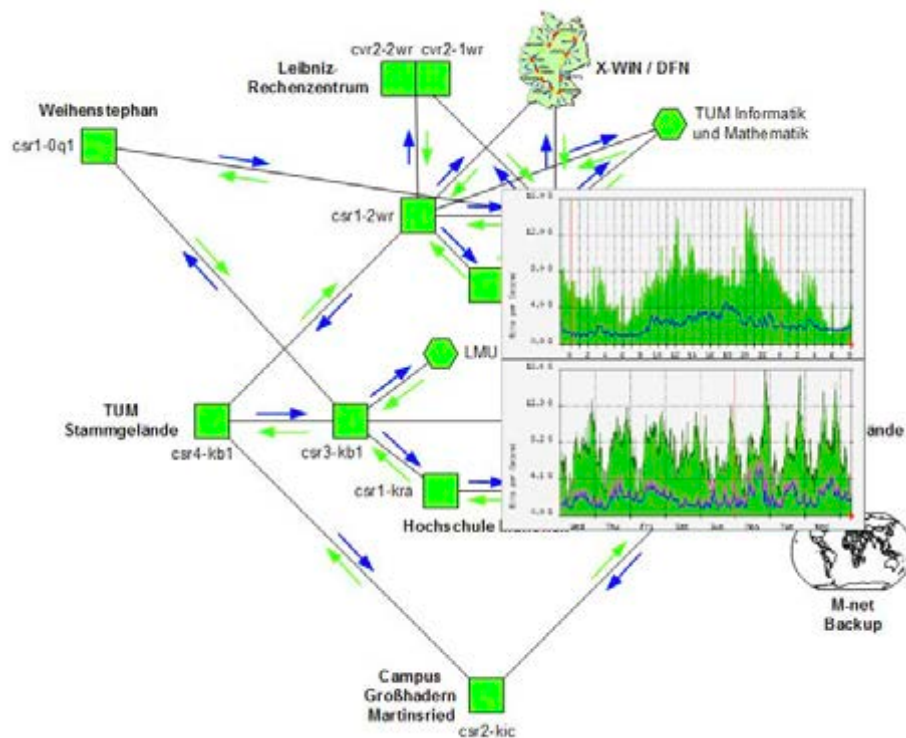


Abbildung 68: Statistik Vorschau für die Verbindung der Router csr2-kw5 – cvr2-1wr

12.9.2 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 2018 wurde das Perl-Skript zum Sammeln der Konfigurations-Daten des MWN um die Sammlung der Topologie-Daten des MWN erweitert. Damit gibt es für die wichtigen Topologie-Daten des MWN in der Netzdokumentation jetzt zwei unabhängige Quellen. Den IBM Tivoli Network Manager und das Perl-Skript. Das Perl-Skript liefert zusätzlich noch Topologie-Daten zu nicht vom IBM Tivoli Network Manager überwachten Komponenten (z.B. Server oder Switches und Router von angeschlossenen Einrichtungen), sofern diese das LLDP Protokoll unterstützen. Diese Topologie-Daten werden in der Datenbank gespeichert und ebenso in der Netzdokumentation angezeigt.

Weitere Änderungen die 2018 in der Netzdokumentation durchgeführt wurden sind:

- Auch für Räume (bisher nur für Unterbezirke) können nun geographische Koordinaten in einer OpenStreetMap-Karte definiert werden. Damit kann z.B. für WLAN Accesspoints eine genauere Position als bisher gespeichert werden.
- Bei Unterbezirken wurde ein neues Attribut 'Eigenschaften' implementiert, das zur Speicherung unterschiedlicher Attribute dienen kann. Als erstes Attribut wurde die Auswahlmöglichkeit 'Asbest', für Asbest-belastete Unterbezirke, umgesetzt.
- Bei den Subnetzen können jetzt auch-IST Subnetz-Daten angezeigt werden.
- Das Ergebnis der XML-Schnittstelle zur Subnetz(-bereichs)-Suche wurde um das Organisations-Tag erweitert.

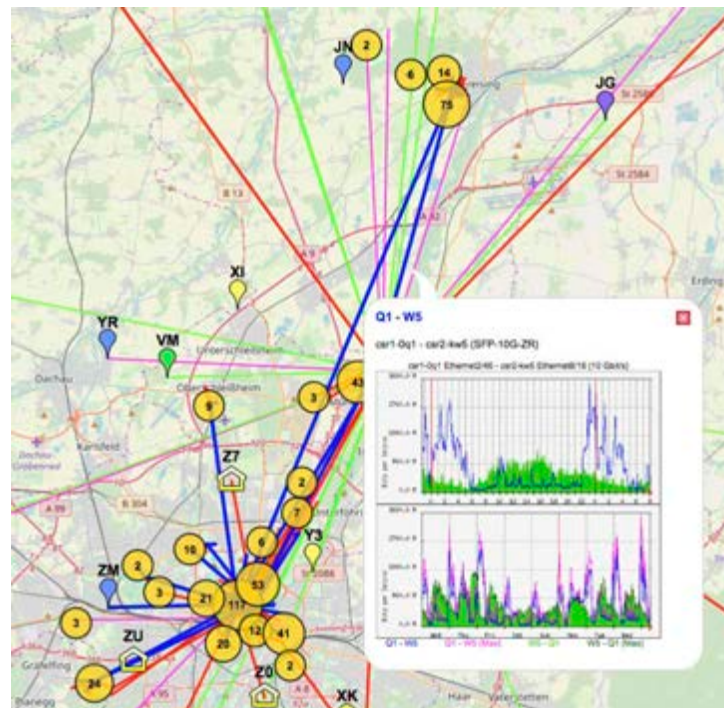


Abbildung 69: Vorschau-Bild zur MRTG Statistik einer Backbone Verbindung

12.9.3 Inhaltliche Aktualisierung der Netzdokumentation

Um die Aktualität der Informationen zu den Netzverantwortlichen zu sichern, wird regelmäßig eine Überprüfung der Kontaktinformationen durchgeführt. Jeder Netzverantwortliche erhält dazu per E-Mail eine 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 wird auch auf das Netzverantwortlichenportal NeSSI hingewiesen. Zusätzlich werden bei Bedarf und Mitteilung durch einen Netzverantwortlichen oder dessen Institutsleiters auch unterjährig Aktualisierungen vorgenommen.

12.9.4 Überwachung der Dienstqualität

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

Im Jahr 2018 wurde mit der Aktualisierung des InfoVista-Servers von der InfoVista Version 4.3 auf Version 5.1 begonnen. Bei den Tests der neueren InfoVista-Version traten allerdings mehrere Fehler auf, die zusammen mit dem InfoVista-Support behoben werden mussten. Im Lauf des Jahres traten leider weitere Fehler auf. Der Hersteller entschied hier jedoch, diese erst in Version 6.1 zu beheben, was die Planung der Migration auf diese Version notwendig machte. Voraussichtlich Anfang 2019 wird diese Migration abgeschlossen werden.

Um die Aktualität der in InfoVista bereitgestellten Daten sicherzustellen wurden außerdem konfigurierte Instanzen und Reports für Switches überprüft und falls notwendig korrigiert bzw. durch neue Switch-Instanzen und Reports ersetzt. In 2018 wurde insbesondere für die neue Leaf and Spine Infrastruktur eine große Anzahl an InfoVista-Reports neu instanziiert.

12.9.5 Reporting für Netzverantwortliche

Die Institute im MWN 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.

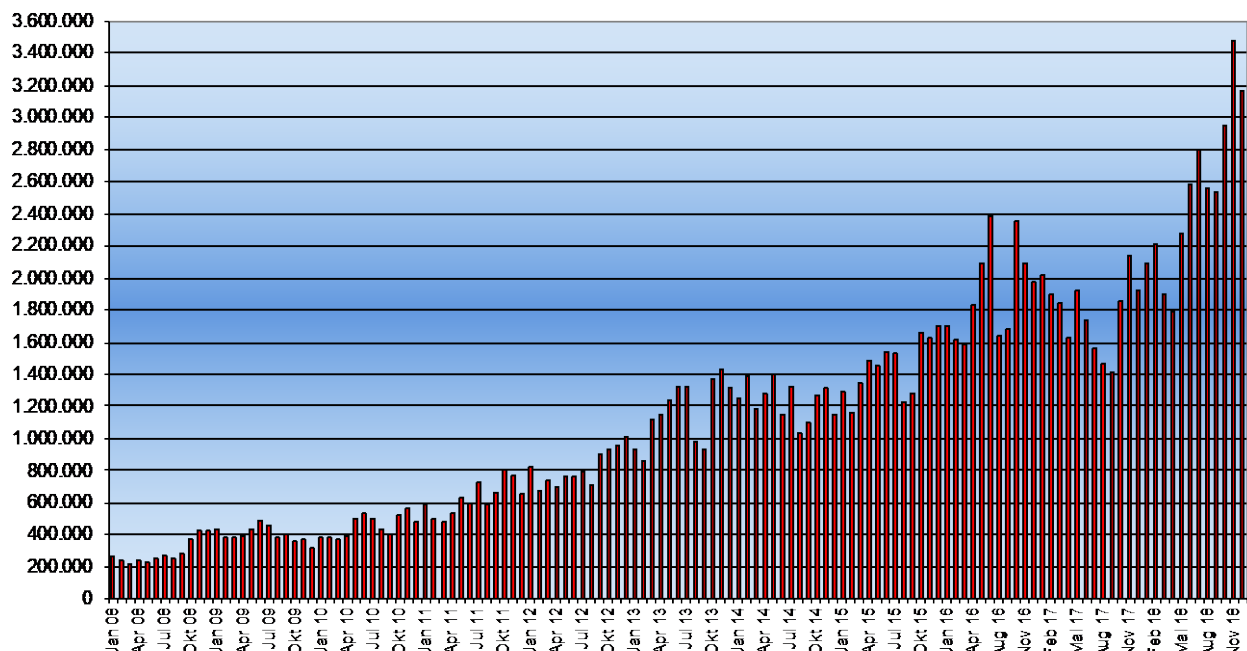
Zu den bereits in den Jahren 2003 - 2017 instanziierten Reports für Netzverantwortliche kamen 2018 eine große Zahl von InfoVista-Reports für die Fakultät der Tiermedizin der LMU hinzu. Für einige Institute wurden außerdem weitere Reports für Switches angelegt.

12.10 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, der redundant an den beiden Supercore Standorten des DFN in Garching und in Erlangen angebunden ist. 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.

Die monatliche Nutzung (übertragene Datenmenge) des X-WiN-Anschlusses seit Januar 2007 zeigt Abbildung 69. Insbesondere im Berichtsjahr hat die übertragene Datenmenge deutlich zugenommen. In der Spitze um 80 % im Vergleich zum selben Vorjahresmonat.

MWN: Monatliches Datenaufkommen in Gigabyte



12.10.1 Kostenneutrale Bandbreitenerhöhung des DFN

Für das Jahr 2018 hat der DFN eine kostenneutrale Bandbreitenerhöhung aller Anschlüsse außer der Klasse I02 angekündigt. Dies betrifft natürlich auch den Cluster-Anschluss des LRZ. Von den bisher 30,9 Gbit/s wäre der Anschluss 2018 auf 79,2 Gbit/s erhöht worden.

Im Rahmen des InHPC-DE Projektes sollte die Verbindung der drei GCS-Zentren mit mehrfach 100 Gbit/s realisiert werden. Deshalb wurde der LRZ-Anschluss Anfang des Jahres auf 2x50 Gbit/s erhöht, um mit der kostenneutralen Bandbreitenerhöhung 2x100 Gbit/s für InHPC-DE nutzen zu können. Aus technischen Gründen wurde die X-WiN Anbindung des MWN von 4x10 Gbit/s auf 4x100 Gbit/s aufgerüstet. Die Gesamtbandbreite des Cluster Anschlusses ist damit von 30,7 Gbit/s auf 229,2 Gbit/s gestiegen.

12.10.2 InHPC-DE 100 Gbit/s Netz

Das InHPC-DE Projekt hat das Ziel die Integration der drei Standorte Jülich, Stuttgart und Garching deutlich zu verstärken und damit eine einheitliche und nahtlose Nutzung der HPC-Services zu ermöglichen. Im Rahmen des Projektes werden die dafür notwendigen Prozesse und Tools entwickelt. InHPC-DE gliedert sich in vier Arbeitspakete (AP). AP1 „Netzinfrastruktur“ hat die Vernetzung der drei Zentren mit 100 Gbit/s zum Ziel und schafft damit die technische Basis für die weiteren Forschungsaktivitäten. AP2 „Datenmanagement“ entwickelt Lösungen für die stärkere Integration auf der Datenebene, untersucht Hochleistungsdatentransportmechanismen sowie die enge Koppelung der Storage-Systeme an den drei Zentren. AP3 „Workflow Unterstützung“ unterstützt die Wissenschaftler mit Scientific Workflows, die es den Forschern möglichst einfach machen ihre Arbeitsabläufe und Berechnungen zwischen den drei Systemen und Zentren zu migrieren. AP4 „Datenaufbereitung und Visualisierung“ stärkt die Integration der Visualisierungsinfrastruktur zwischen den Zentren und ermöglicht den Wissenschaftler komplexe Ergebnisdaten räumlich verteilt und kollaborativ zu visualisieren und an verschiedenen Standorten gemeinsam an der Visualisierung zu arbeiten und über beliebige Distanzen die Ergebnisse der Forschung auszutauschen und gemeinsam zu bearbeiten.

Der bereits angesprochene Upgrade der X-WiN Anbindung auf 4x100G sowie die Installation der Leaf and Spine Netzinfrastruktur bildet die Grundlage für eine Kooperation der im Gauss Centre for Supercomputing und im Projekt verbundenen Rechenzentrum LRZ, HLRS und JSC, um die jeweiligen HPC-Infrastrukturen mit nutzbaren Bandbreiten jenseits der 100 Gbit/s zu verbinden. Nach einigen Anlaufschwierigkeiten, die insbesondere durch Lieferverzögerungen und einige Software-Bugs entstanden, konnte mittlerweile in den Benchmarks die Zielmarke von 100 Gbit/s stabil erreicht werden.

12.11 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 2018 sind bereits 4.170 Accesspoints in Betrieb. Im Berichtsjahr 2018 wurden 363 Accesspoints neu installiert und 133 gegen neuere Modelle ausgetauscht und 16 abgebaut. Das heißt im Berichtsjahr wurden ca. 500 Accesspoints bearbeitet, konfiguriert, montiert, getestet und dokumentiert.

Es sind aber immer noch 582 Geräte vom Typ HP MSM im Einsatz von denen 129 nur maximal 54 Mbit/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 auch in 2018 (Abbildung 70).

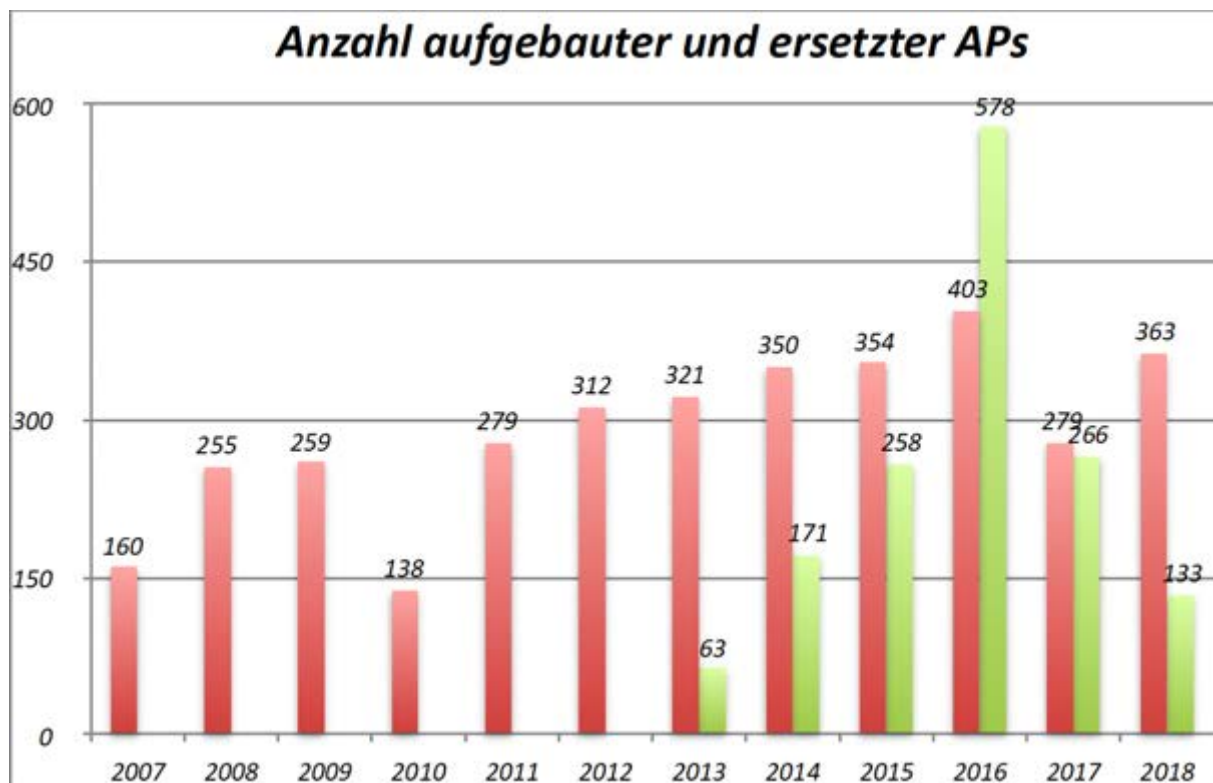


Abbildung 71: Anzahl der jährlich installierten Accesspoints

Die Anzahl der unterschiedlichen Geräte (MAC-Adressen) betrug rund 130.000 pro Woche, das Maximum der gleichzeitig angemeldeten Geräte (im fünf Minutenmittel) lag bei 43.832.

Die am stärksten frequentierten Accesspoints waren mit bis zu 220 gleichzeitigen Verbindungen belegt. Sofern keine Beeinträchtigung durch Asbest gegeben war, wurden ältere hoch belastete Accesspoints 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. Durch ein neues Firmware Feature wurde es möglich mehrere Controller zu einem Cluster zusammen zu fassen, was die Belastung auf den einzelnen Controllern besser verteilen und die Ausfallsicherheit erhöhen sollte. In den Tests und der Pilot Phase funktionierte alles wie beschrieben. Leider gab es nach Abschluss der Umstellung und dem Beginn des Wintersemesters große Probleme die den WLAN Betrieb für ca. 2 Wochen empfindlich störten und zu einem Rollback auf die alte Firmware zwangen. Ein zweiter Versuch ist für 2019 geplant.

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.

12.11.1 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 Abbildung 72 zeigt ist eduroam mittlerweile die absolut dominierende SSID. Die blauen 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. Während des Semesters waren pro Woche mehr als 120.000 Geräte im eduroam aktiv. Gleichzeitig verwendeten bis zu knapp 40.000 Nutzer aus dem WMN das eduroam in anderen besuchten Einrichtungen. Die Anzahl der Besucher im MWN lag in der Spitze ebenfalls bei knapp 30.000. 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 95.000.

12.11.2 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

Für Android-Geräte steht seit 2018 auch EAP-PWD zur Verfügung und wird zur Konfiguration empfohlen, da dafür keine zusätzliche App installiert werden muss. Ein Zertifikatswechsel des Radiusservers hatte zur Folge, dass alle CAT-Nutzer die Konfiguration erneut ausführen mussten. Die Umstellung wurde sorgfältig vorbereitet und verlief, in Anbetracht der Tatsache, dass eduroam täglich von ca. 80.000 Nutzern verwendet wird, erstaunlich reibungslos.

12.11.3 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. 2018 wurden insgesamt von 122 Master Usern 1.584 (im Vorjahr 2.133) Kennungen für Gäste eingerichtet. Die Zahl ist deutlich zurückgegangen, dies ist auf die steigende Nutzung des @BayernWLAN zurückzuführen.

12.11.4 @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 kein nicht-wissenschaftlicher Verkehr über das X-WiN übertragen werden darf, erhalten die Universitäten dafür einen Zugang über Vodafone, über den der @BayernWLAN Verkehr ins Rechenzentrum von Vodafone übertragen wird.

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 4.588 Geräte gleichzeitig in @BayernWLAN aktiv (s. Abbildung 65).

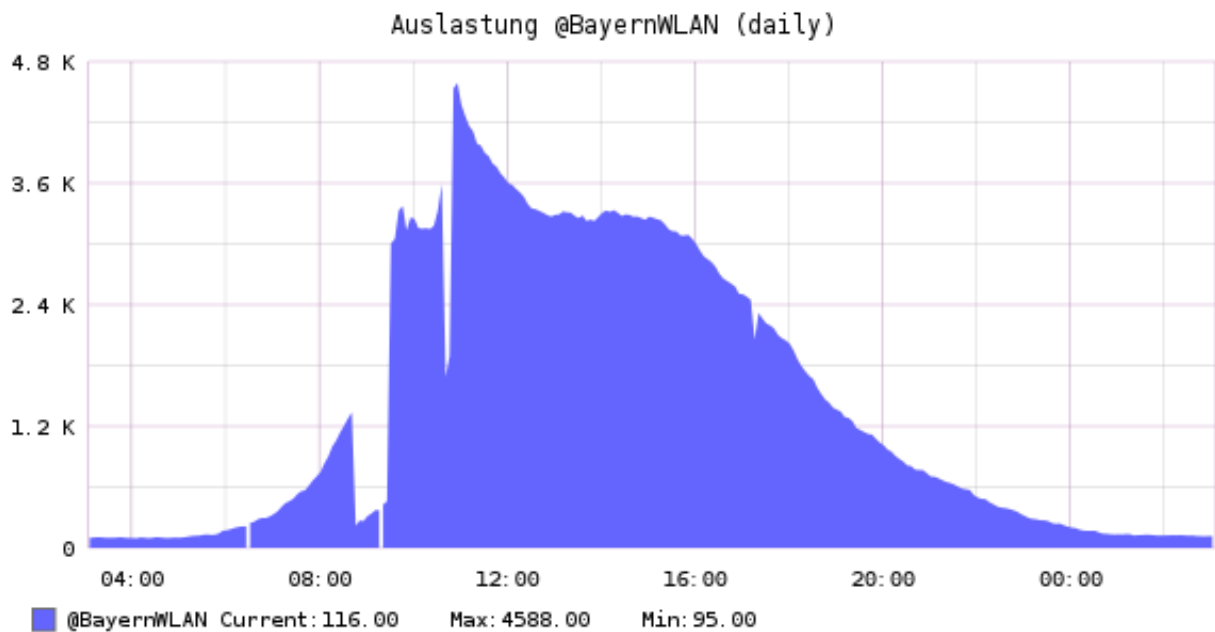


Abbildung 72: Anzahl der Geräte im BayernWLAN am 19.06.2018

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. Der Aufbau der genehmigten APs konnte 2018 nicht abgeschlossen werden, da es oft zu Problemen mit den Leitungswegen kam. Eine Fertigstellung ist für 2019 geplant.

12.11.5 Unterstützung von Veranstaltungen

Im Jahr 2018 wurden die Unterstützung von 313 (im Vorjahr 556) Veranstaltungen mit einer Gesamtdauer von 1.853 (1.348) Tagen beantragt, davon wurden 275 (525) genehmigt. Dabei ergaben sich zusammen 16.075 (23.036) Nutzertage. Dieses Jahr war mit einer größeren Verringerung der mwn-events-Nutzung zu rechnen, da die Verfügbarkeit und Bekanntheit von @BayernWLAN gestiegen ist.

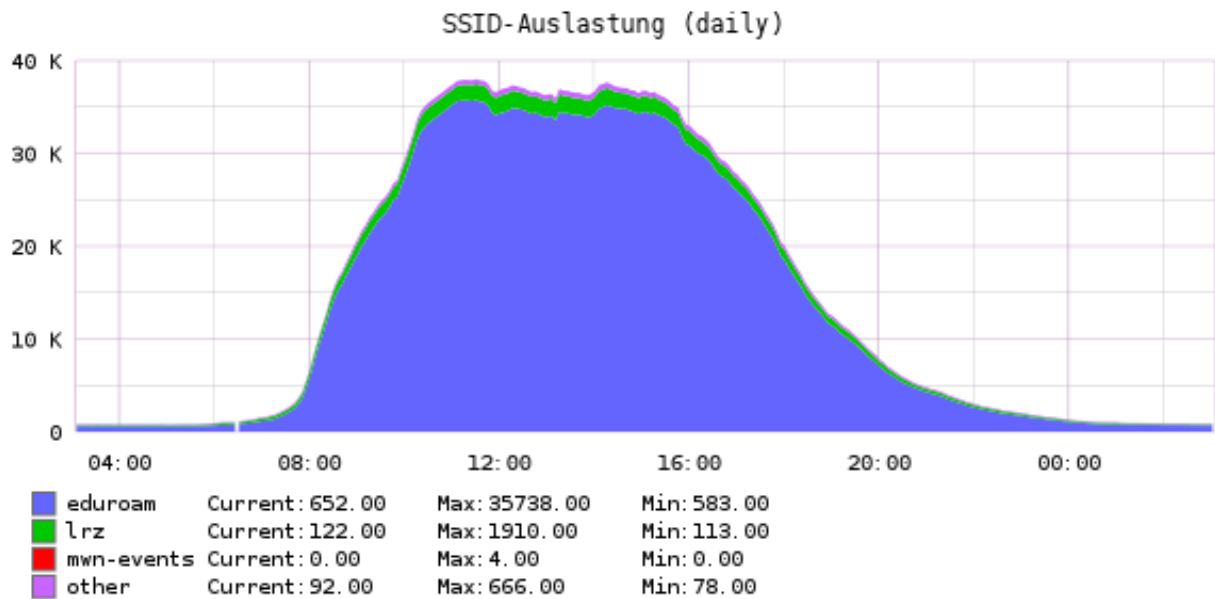


Abbildung 73: Anzahl aktiver WLAN-Verbindungen am 22.11.18 (5-Minuten-Mittel)

12.12 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.

12.12.1 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.

12.12.2 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.

12.12.3 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.

12.12.4 Entwicklung des Datenverkehrs über die VPN-Server

Im Jahr 2018 stieg der Datendurchsatz über die VPN-Server 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.

Tabelle 19: 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
2018	23,2	62,5	85,7

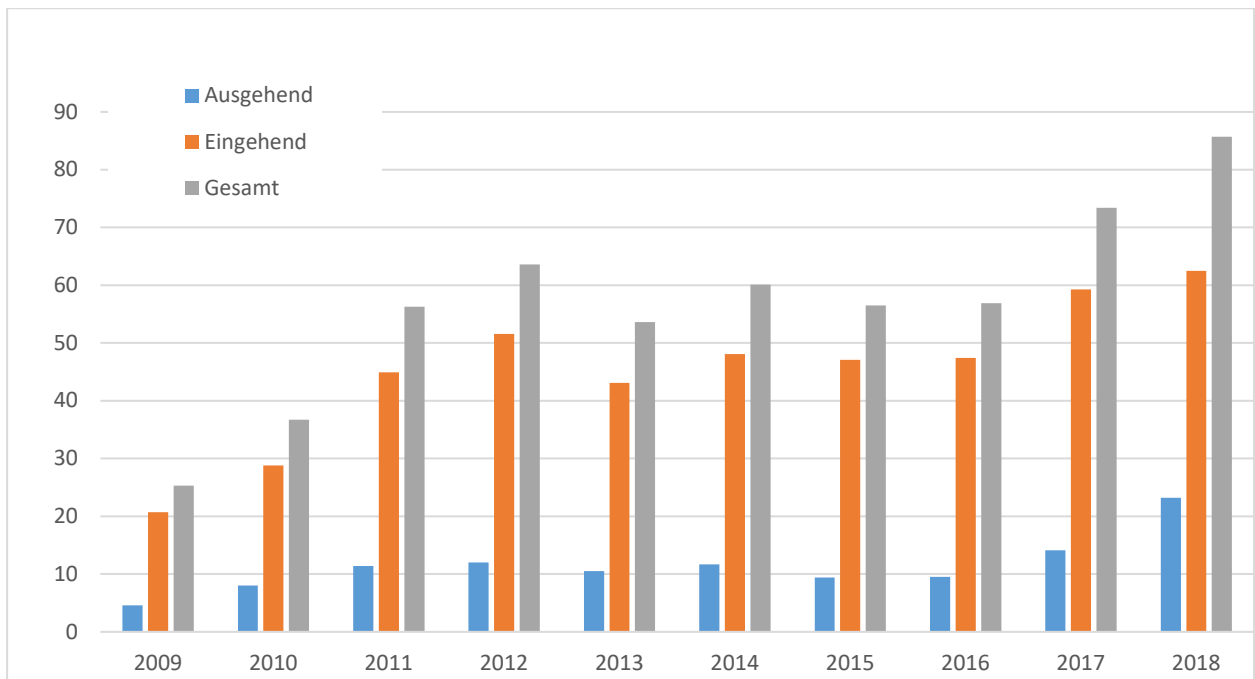


Abbildung 74: Datenverkehr in Terabytes über die VPN-Server im Referenzmonat November

13 Kurse, Führungen und Vorfürungen im V2C

Das LRZ bot seinen Kunden in 2018 rund 65 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 5.200 Teilnehmern besucht.

13.1.1 Kursübersicht, Statistik 2018

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 abnimmt. 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 bereits 2017 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 20: Kurse zu PC-Software 2018

Kurstitel	Dauer (Stunden)	Anzahl Kurse	Anmeldungen	Teilnehmer
Access 2016: Kompaktkurs	22	2	53	23
Einführung in SPSS	24	3	46	35
Excel 2016: Fortsetzungskurs	27	3	140	77
Excel 2016: Kompaktkurs	36	4	301	76
Photoshop Elements 13	12	2	93	44
PowerPoint 2016: Kompaktkurs	18	2	39	25
Word 2016: Fortsetzungskurs	18	2	49	40
Word 2016: Kompaktkurs	18	2	40	20
Insgesamt	175	20	761	340

Tabelle 21: Kurse zum Hochleistungsrechnen 2018

Datum	Kurse, Workshops und Konferenzen	Tage	Art	Teilnehmer
18.01.2018	PRACE Course: Introduction to hybrid programming in HPC	1	PRACE-Kurs	30
22.01.2018	Deep Learning Workshop	1	DLI-Kurs	41
24.01.2018	Programming the new KNL Cluster at LRZ	2	GCS-Kurs	12
14.02.2018	Programming with Fortran	3	GCS-Kurs	29
15.02.2018	Deep Learning Workshop	1	DLI-Kurs	65
28.02.2018	Advanced C++ with Focus on Software Engineering @ RRZE	3	GCS-Kurs	23
12.03.2018	Parallel Programming of High Performance Systems @ RRZE	5	GCS-Kurs	16
21.03.2018	Introduction to LRZ Machine Learning Tools	1	TUM-Kurs	62
22.03.2018	Using R at LRZ	1	TUM-Kurs	36
23.03.2018	Python for Supercomputing (Refresher Course)	1	TUM-Kurs	72
26.03.2018	PRACE Course: Advanced Topics in High Performance Computing	4	PRACE-Kurs	16
05.04.2018	Deep Learning Workshop	1	DLI-Kurs	28
23.04.2018	PRACE Workshop: VI-HPS Tuning Workshop	5	PRACE-Kurs	43
08.05.2018	Introduction to GASPI - Scalability in HPC	2	GCS-Kurs	10
04.06.2018	Fortran Modernization Workshop	2	GCS-Kurs	42
12.06.2018	Deep Learning Workshop	1	DLI-Kurs	72
21.06.2018	PRACE Workshop: HPC code optimisation workshop	2	PRACE-Kurs	30
24.06.2018	ISC Tutorial: Deep Learning Demystified	1	ISC Tutorial	50
16.07.2018	PRACE Workshop: Intel Manycore Programming Workshop	3	PRACE-Kurs	9
10.09.2018	Compact Course: Iterative Linear Solvers and Parallelization	5	GCS-Kurs	19
12.09.2018	Fundamentals of Deep Learning for Computer Vision	1	DLI-Kurs	80
13.09.2018	Fundamentals of Deep Learning for Multiple Data Types	1	DLI-Kurs	55
17.09.2018	PRACE Course: Advanced Fortran Topics	5	PRACE-Kurs	13
05.10.2018	High Performance Computing for AI	1	DLI-Kurs	43
08.10.2018	Introduction to the LRZ Supercomputing & Machine Learning Infrastructure	1	TUM-Kurs	81
09.10.2018	C Language for Beginners	3	GCS-Kurs	22
09.10.2018	Using Python at LRZ	1	TUM-Kurs	68
09.10.2018	Using R at LRZ	1	TUM-Kurs	42

17.10.2018	Molecular Modeling with Schrödinger-Suite Workshop @ LRZ	2	GCS-Kurs	21
23.10.2018	Advanced C++ with Focus on Software Engineering	3	GCS-Kurs	32
06.11.2018	C++ Language for Beginners	4	GCS-Kurs	28
06.11.2018	Intel AI Workshop	1	GCS-Kurs	40
27.11.2018	Machine Learning with R at LRZ	1	TUM-Kurs	23

Tabelle 22: Sonstige Kurse 2018

Kurstitel	Dauer (Stunden)	Anzahl Kurse	Anmeldungen	Teilnehmer
Einführung in pfsense	6	4	24	18
Erweiterter pfsense-Kurs (pfsense Advanced)	4,5	3	25	21
Insgesamt	10,5	7	49	39

Tabelle 23: Externe Kurse am LRZ

Kurstitel	Dauer (Stunden)	Anzahl Kurse	Anmeldungen	Teilnehmer
Fortgeschrittene Methoden zur strukturellen Modellierung biologischer Systeme	45	1	24	24
Professur für Protein Modelling	36	1	24	24
Schülerprogramm "TUMMS"	6	1	32	32
LMU „DATA SCIENCE TUTORIAL“	10	1	32	32
Insgesamt	97	4	112	112

Tabelle 24: Führungen durch das LRZ und Vorführungen am V2C

Veranstungstitel	Anzahl der Veranstaltungen	Anzahl der angemeldeten Teilnehmer
Führung durch das LRZ	100	2.500
Besichtigung des Zentrums für virtuelle Realität und Visualisierung	220	1.800
Insgesamt	320	4.300

Auch im Jahr 2018 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.

13.1.2 IT-Sicherheits- und Datenschutztage 2018

(IT-)Sicherheit und Datenschutz sind wichtig, haben mehrere Anknüpfungspunkte, machen viel Arbeit und man muss am Ball bleiben.

Das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften und die TU München (TUM) haben deshalb in den letzten Jahren einen gemeinsamen kostenlosen Sicherheits- und Datenschutz-Tag veranstaltet, um den Teilnehmern beim letzten Punkt zu helfen.

Das Organisations-Team hatte beschlossen, 2018 zwei getrennte Tage anzubieten: Am 25. Mai 2018 hat die EU-Datenschutz-Grundverordnung (EU-DSGVO) Geltung erlangt. Deshalb sah das Organisations-Team den Bedarf an einem eigenen Veranstaltungs-Tag, der sich ausschließlich mit dem Thema "Datenschutz" befasste.

Die Schnittmenge bei den Teilnehmern war relativ groß, obwohl sich die Konzepte der beiden Veranstaltungen deutlich unterschieden.

Beim Sicherheits-Tag (Mi. 21.3.18, www.lrz.de/services/termine/2018/sicherheits-tag/) hatte sich kaum etwas geändert. Die Veranstaltung war primär als eine Fortbildungsveranstaltung für Personen aus allen Fachrichtungen gedacht, die bei Einrichtungen im Münchner Wissenschaftsnetz (MWN) arbeiteten, d.h. vor allem Mitarbeiter und teilweise auch Studierende der Münchner Universitäten und Hochschulen, des LRZ und weiterer Einrichtungen aus Forschung & Lehre im Münchner Raum.

Die Vorträge sollten den Teilnehmern dabei helfen, die eigene Sicherheit am Arbeitsplatz oder in ihrer Rolle als Privatpersonen zu verbessern. Deshalb war für die Teilnahme auch kein technisches Vorwissen erforderlich.

Als Gäste wurden Mitglieder der Bayerischen Regionalgruppe der Gesellschaft für Datenschutz und Datensicherheit e.V. (GDD) eingeladen.

Im Gegensatz zum Sicherheits-Tag gab es beim Datenschutz-Tag (Di. 20.3.18, www.lrz.de/services/termine/2018/datenschutz-tag/) zwei gleichberechtigte Zielgruppen:

- Mitarbeiter von Bayerischen Universitäten, Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen, die sich direkt mit dem Thema Datenschutz befassten oder zumindest am Rande damit zu tun hatten, wie z.B.:
 - Datenschutzbeauftragte
 - Mitarbeiter, die von den Gesetzesänderungen in ihrer Arbeit betroffen waren (z.B. Sicherheitsbeauftragte oder Systemverwalter)
- Mitarbeiter von anderen öffentlichen Stellen wie auch Unternehmen, die Mitglieder der Bayerischen GDD-Regionalgruppe waren.

Das Organisations-Team wollte durch diese Zielgruppen einen Gedankenaustausch und eine Vernetzung des öffentlichen und kommerziellen Bereichs in Gang bringen.

Weitere Unterschiede zum Sicherheits-Tag:

- Die Teilnehmer mussten auf dem Gebiet des Datenschutzes zumindest ein Grundwissen besitzen, damit sie die Vorträge sinnvoll nutzen konnten. Der Datenschutz-Tag war keine Einführungsveranstaltung.
- LRZ und TUM waren erfreut, dass die Bayerische GDD-Regionalgruppe sich als gleichberechtigte Einrichtung bei der Organisation und Durchführung beteiligte.

Beide Veranstaltungen waren sehr gut besucht (jeweils mehr als 300 Teilnehmer) und das Feedback war durchgehend positiv. Alle Teilnehmer, die sich dazu geäußert hatten, haben eine Wiederholung der beiden Veranstaltungen im Jahr 2019 mit einem gleich bleibenden Konzept gewünscht.

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 auf das 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 dargestellt.

Seit 2012 schließt das LRZ zunehmend überregionale Rahmenverträge zur Versorgung der Hochschulen mit Softwarelizenzen ab. Dieser Trend konnte fortgesetzt werden – trotz der Herausforderung, dass der Vertrieb vieler Firmen nicht ernsthaft an Rahmenverträgen interessiert ist, da er regelmäßig neue bzw. zusätzliche Einnahmen vorweisen möchte. Die Lizenzgruppe des LRZ dagegen möchte eine koordinierte und wirtschaftliche Beschaffung für die Hochschulen ermöglichen und organisieren. Es gelang ihr auch, Kostensteigerungen im Großen und Ganzen zu vermeiden und sogar teilweise erhebliche Einsparungen (z. B. beim Adobe ETLA-Flatrate-Modell, s. u.) für die vom LRZ versorgten Einrichtungen zu erreichen.

14.1 Highlights 2018

Erstmals kann das LRZ eine landesweite Lösung für Intel-Lizenzen (Compiler und Tools) anbieten. Diese kostengünstige Landeslizenz läuft bis 2023 und die einzelnen Hochschulen haben unterschiedliche Teilnahmeoptionen.

Die ESRI-Landeslizenz (Geoinformationssystem-Software), die seit 2010 läuft und von vielen Hochschulen intensiv genutzt wird, wird ab 2019 auf eine neue vertragliche Grundlage gestellt (ohne einschneidende inhaltliche Änderungen) und die Administratoren der Hochschulen erhalten eigene Verwaltungsportale.

2018 wurden drei große Adobe-Verträge, die das LRZ für die deutschen bzw. bayerischen Hochschulen abgeschlossen hat, erneuert: CLP (Kauflizenzen, Deutschland, bis Ende 2020), ETLA-Flat (Mietlizenzen, Deutschland, bis November 2021) und ETLA-per-Desktop (Mietlizenzen Bayern, bis November 2019). Bei den Verhandlungen zu den ETLA-Verträgen hat die Lizenzgruppe des LRZ Vertreter der Arbeitskreise BSK (Bayern), Softwarelizenzen ZKI (Bundesebene) bzw. DACH (Vertreter auch aus Österreich und Schweiz) beteiligt.

Die zu den beiden ETLA-Lizenzmodellen gehörenden Verhandlungen erwiesen sich mit Adobe als teilweise schwierig. Es konnten so aber enorm attraktive Preise im ETLA-Flat-Modell erreicht werden, mit Auswirkung auf viele Hochschulen in Bayern und im Bund, die dieses Lizenzmodell nun intensiv nutzen. Für ETLA-Desktop gibt es jedoch nur eine Verlängerung um ein Jahr und danach Stand heute keine Planungssicherheit.

Der von den Softwareherstellern weltweit verfolgte Trend zur benutzerbasierten Lizenzierung, der die Hochschulen vor Herausforderungen in den Bereichen Benutzer-Lebenszyklus, Datenschutz und Administration stellt (siehe Bericht von 2017), kommt beim ETLA-Flat (und bei der ESRI-Landeslizenz, s.o.) ebenfalls ins Spiel. Adobe bietet mit diesem ETLA-Rahmenvertrag vermehrt personengebundene Lizenzen an und stellt mit den neuen Lizenzprodukten auch Clouddienste zur Verfügung. Die Nutzung der Clouddienste können die Teilnehmer deaktivieren. Soweit sie die Dienste nutzen möchten, stellt die Stabsstelle IT-Recht der bayerischen staatlichen Universitäten und Hochschulen eine Vorlage für eine Vereinbarung zur Auftragsverarbeitung zur Verfügung, die im Rahmen der o. g. Verhandlungen mit Adobe entstanden ist. Und zur technischen Umsetzung der benutzerbasierten Lizenzierung beteiligte sich die Uni Würzburg mit einem Pilotprojekt, aus dem Empfehlungen für alle Teilnehmer entstanden sind.

In Bayern hat das LRZ der Firma Asknet den Zuschlag zur Abwicklung der Beitritte für den ETLA-Flat erteilt. Die BAdW selbst bezieht aus diesem Rahmenvertrag Lizenzen für Acrobat Pro.

Im Bereich Oracle/Java gibt es eine Änderung ab Januar 2019: es werden alle von Oracle herausgegebenen Updates zu Java lizenz- und somit kostenpflichtig. Das gilt sowohl für Sicherheits- als auch für Feature-Updates. Das LRZ empfiehlt daher den Umstieg auf Open Java (OpenJDK). Das OpenJDK ist weiterhin die Java Referenzimplementierung. Oracle erweitert das nur um einige wenige Tools und Libraries.

Ausbau der Ansys-Versorgung im HPC-Bereich: zum vom LRZ seit vielen Jahren für die Nutzung der Software der ANSYS Inc. (ICEM/CFD, CFX, Fluent, ANSYS WB, Enight, etc.) bereitgestellten umfangreichen Pool an verschiedenen Lizenzen wurde im November 2018 ein zusätzliches Paket von 2.048 Parallelrechenlizenzen (ANSYS HPC Workgroup 2048) beschafft und den Nutzern der LRZ – Linuxcluster und des SuperMUC-NG umgehend zur Verfügung gestellt. Der hierdurch deutlich erweiterte Lizenzumfang berücksichtigt, dass moderne Multi-Core Prozessorarchitekturen wie z.B. Intel Haswell und Intel Skylake bereits auf dem Einzelknoten sowohl von der Anwendungssoftware als auch vom Software-Anwender ein hohes Maß an Parallelisierung seiner spezifischen Anwendung erfordern. Darüber hinaus ermöglicht das LRZ mit dieser Erweiterung und Investition in ANSYS Parallelrechenlizenzen die Simulation von noch anspruchsvolleren und detaillierteren ingenieurtechnischen Anwendungen und eine breitere Nutzung des Linux-Cluster- und Supercomputer-Angebots des LRZ mit der ANSYS Software.

Das LRZ hat mit der Firma VEEAM (Backup- und Archivsoftware für virtuelle Umgebungen und Cloudlösungen) eine Rabattregelung (Rahmenvereinbarung) für die Universitäten/Hochschulen in Bayern abgeschlossen, über die größere Beschaffungen von Neulizenzen verbilligt durchgeführt werden können. Dadurch konnten noch im laufenden Jahr 2018 mehrere Hochschulen um fünfstellige Beträge entlastet werden.

Ansonsten gab es einige eher routinemäßige Verlängerungen von Softwareverträgen, z.B. zu SAS (MWN), Matlab (LMU/LRZ), Ansys (MWN und inzwischen auch für die OTH Amberg-Weiden), Sycor/IQ Solutions/Mindmanager (MWN) und Erdas (mehrere Hochschulen).

Die Hochschule München hat eine Campuslizenz für Matlab abgeschlossen, die die Versorgung der Beschäftigten und Studierenden erleichtert und vervollständigt. Für die LMU strebt das LRZ ebenfalls noch Verbesserungen an, hier ist die Lage aber etwas komplizierter.

14.2 Übersicht bestehender Verträge

Verträge und Wartungsverhältnisse, die 2018 abgelöst, planmäßig verlängert oder neu abgeschlossen wurden:

Im MWN:

- SAS (Statistik- und Business Analytics Software)
- Matlab (für LMU, Wartungsverlängerung um ein Jahr)
- Ansys (Wartungsverlängerung um ein Jahr)
- Mindmanager (LMU und TUM) um ein Jahr

Landesweit (für Hochschuleinrichtungen):

- ESRI (ArcGIS)-Landeslizenz (s.o.)
- Erdas bis 30.09.2020
- Intel Landesvertrag (bis 30.04.2023, s.o., neu)
- Adobe ETLA per Desktop (Bayern, mit anderen Bundesländern gemeinsam koordiniert) bis 22.11.2019
- VEEAM Rahmenvereinbarung (bis 31.12.2020, neu)

Bundesweit (für Hochschuleinrichtungen):

- Adobe CLP (Kauflicenzen für einzelne Arbeitsplätze), bis 31.12.2020
- Adobe ETLA Campus-Rahmenvertrag für deutsche Hochschulen (Mietlicenzen, hier wird die gesamte Mitarbeiteranzahl lizenziert) bis 30.10.2021.

Derzeit laufende Verträge auf der Ebene MWN, Land oder Bund, die erst in den nächsten Jahren ablaufen:

MWN-weit:

- Labview-Campuslicenzen mit National Instruments (MWN), bis 31.03.2019
- Mathematica (MWN) bis 31.12.2019
- PTC/Creo/ProEngineer (MWN, bis 1. Dezember 2019)

Landesweit:

- SPSS (Bayern, mit anderen Bundesländern gemeinsam koordiniert) bis 30.06.2020

- SuSE / Protosoft Rahmenvertrag für bayerische Hochschulen, bis 06.09.2020
- Sophos Endpoint- und E-Mail-Security (Bayern) bis 06.02.2020

Bundesweit:

- Microsoft Bundesvertrag bis 30. April 2021

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 Tagesgeschäft – 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. Studierenden einzeln überlässt bzw. ihnen eine kostengünstige Einzelbeschaffung ermöglicht.

Tabelle 25: 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 22.11.2019)	Nur Institute
Matlab	Netzwerklicenzen	Miete (unbefristet)	Nur Institute
SPSS	Einzelplatz- und Netzwerklicenzen	Miete (bis zum nächsten April)	Institute und Endnutzer
Ansys	Netzwerklicenzen	Miete (unbefristet)	Nur Institute
Mathematica	Einzelplatz- und Netzwerklicenzen	Miete (bis 31.12.2019)	Nur Institute
Maple	Einzelplatz- und Netzwerklicenzen	Unbefristet (Netzlizenzen nur einige Versionen)	Nur Institute
Intel	Einzelplatz- und Netzwerklicenzen	Miete (bis 30.04.2023)	Nur Institute
SAS	Einzelplatzlizenzen	Miete (bis September 2019)	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. 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 einigen der Landesverträge 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 HPC- und Visualisierungs-Systeme am LRZ und je nach Softwarepaket und Lizenzbedingungen 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, Comsol, Nastran etc. Einen weiteren Schwerpunkt bilden Lizenzen zur Softwareentwicklung wie Compiler, Debugger, Libraries und Tools zur Performanceanalyse.

Speziell die ANSYS, Matlab und Comsol Lizenzen werden von den Hochschulen im MWN für Kurse genutzt. Die ANSYS Teaching Lizenzen sind für die Studierenden dabei auch nach Kursende allgemein 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 den Lizenzserver betreibt (Lizenzhosting); diese Lizenzen werden dann von den jeweiligen Instituten exklusiv genutzt

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. Die Lizenzkosten werden durch entsprechende Mengenrabatte für alle beteiligten Einrichtungen 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.

15 LRZ Personal

Die Anzahl der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im LRZ hat gegenüber dem Vorjahr leicht zugenommen, wobei sich dies vor allem in der gestiegenen Zahl an wissenschaftlichen Beschäftigten in drittmittel-finanzierten Forschungsprojekten niederschlägt. Es ist abzusehen, dass sich dieser Trend auch im nächsten Jahr fortsetzen wird. Während die Anzahl der studentischen Hilfskräfte an sich auf dem Vorjahres-niveau bleibt, so ist hier doch eine deutlich größere Fluktuation als noch in den vergangenen Jahren zu verzeichnen. Offene Stellen werden nach Möglichkeit schnell nachbesetzt. Dennoch sind auch am LRZ nicht zuletzt aufgrund der hohen Nachfrage nach hochqualifiziertem Personal in einigen Bereichen Mehr-fachausschreibungen für eine erfolgreiche Besetzung nötig.

Insgesamt waren Ende 2018 am LRZ 203 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, 50 wissenschaftliche und stu-dentische Hilfskräfte sowie sechs Auszubildende beschäftigt. Wie in den Vorjahren wurden wieder zwei Auszubildende (IT-System-Elektroniker und Fachinformatiker Systemintegration) am LRZ eingestellt. Ab dem kommenden Jahr soll zusätzlich ein dritter Ausbildungsgang zum Fachinformatiker für Anwendungs-entwicklung hinzukommen. Dann wird das LRZ drei neue Azubis begrüßen dürfen. Dieses Jahr haben drei Auszubildende ihre Ausbildung erfolgreich abgeschlossen, wovon eine Person befristet übernommen werden konnte.

15.1 Veröffentlichungen der Mitarbeiter 2018

Bastian, P., Kranzlmüller, D., Brüche, H., & Brehm, M. (Hrsg.). (2018). High performance computing in science and engineering. München: Bayerische Akademie der Wissenschaften.

Benítez-Hidalgo, A., Nebro, A. J., Durillo, J. J., García-Nieto, J., López-Camacho, E., Barba-González, C., & Aldana-Montes, J. F. (2018). About designing an observer pattern-based architecture for a multi-objective metaheuristic optimization framework. *Studies in Computational Intelligence*, 798, 50-60. doi:10.1007/978-3-319-99626-4_5

Broich, K., Kaiser, M., Lin, Q., Mitterer, J., Nguyen, H., Pflugbeil, T., von Trentini, F., Willkofer, F., Disse, M., & Ludwig, R. (2018). Das Projekt HiOS - Erstellung einer Hinweiskarte für Oberflächenabfluss und Sturzfluten für bayerische Gemeinden. In M. Disse, & M. Kaiser (Hrsg.), *Starkregen und Sturzfluten - Erfassen, Erforschen, Evaluieren* (Beiträge zum Seminar am 6. Juni 2018 an der Technischen Universität München). 40.18. Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung. doi:10.14617/for.hydrol.wasbew.40.1

Bugli, M., Iapichino, L., & Baruffa, F. (2018). ECHO-3DHPC: Advance the performance of astrophysics simulations. *The Parallel Universe Magazine*, 34, 49-56.

Bungartz, H.-J., Kranzlmüller, D., Weinberg, V., Weismüller, J., & Wohlgemuth, V. (Hrsg.). (2018). *Advances and New Trends in Environmental Informatics*. Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-99654-7

Bungartz, H.-J., Kranzlmüller, D., Weinberg, V., Weismüller, J., & Wohlgemuth, V. (Hrsg.). (2018). *Environmental Informatics: Techniques and Trends*. Adjunct Proceedings of the 32nd edition of the EnviroInfo conference. Shaker-Verlag.

Federrath, C., Klessen, R. S., & Iapichino, L. (2018). The sonic scale revealed by the world's largest turbulence simulation. In P. Bastian, D. Kranzlmüller, H. Brüche, & M. Brehm (Hrsg.), *High performance computing in science and engineering* (S. 14-15). Bayerische Akademie der Wissenschaften.

Fritton, M., Otte, K., Björk, J., Biswas, P. K., Heckl, W. M., Schmittel, M., & Lackinger, M. (2018). The influence of ortho-methyl substitution in organometallic self-assembly – a comparative study on Cu(111) vs. Ag(111). *Chemical Communications*, 54(70), 9745-9748. doi:10.1039/C8CC04854A

Giernsa, E., Jacobeit, J., Ries, L., & Hachinger, S. (2018). Analysis of transport and source contributions to alpine CO₂ concentrations based on back trajectories. *EGU General Assembly Conference Abstracts* 20, EGU-2018-4294.

Hachinger, S., Meyer-Arneck, J., Harsch, C., Bittner, M., Frank, A. C., Heller, H., Vogel, N., & Giernsa, E. (2018). The Alpine Environmental Data Analysis Centre (AlpEnDAC.eu): Cloud-Computing on Demand, RDM and more. *EGU General Assembly Conference Abstracts* 20, EGU-2018-14731.

Hanauer, T., & Metzger, S. (2018). Stakeholder Specific Visualization and Automated Reporting of Network Scanning Results applying Vis4Sec. 11. DFN-Forum Kommunikationstechnologien, Günzburg, Germany, 27.-28. Juni, 2018., (S. 23-32).

- Hanauer, T., Hommel, W., Metzger, S., & Pöhn, D. (2018). A Process Framework for Stakeholder-specific Visualization of Security Metrics. Proceedings of the 13th International Conference on Availability, Reliability and Security, ARES 2018, Hamburg, Germany, August 27-30, 2018, (S. 28:1-28:10). doi:10.1145/3230833.3232855
- Heller, H., & Teschemacher, S. (2018). Internet of Things: Moderne Technik für die Umweltdatenerfassung. In U. Freitag, F. Fuchs-Kittowski, F. Hosenfeld, A. Abecker, & A. Reineke (Hrsg.), Tagungsband des 25. Workshops "Umweltinformationssysteme 2018 - Umweltdaten - in allen Dimensionen und zu jeder Zeit? (UIS 2018)" des Arbeitskreises "Umweltinformationssysteme" der Fachgruppe "Informatik im Umweltschutz" der Gesellschaft für Informatik (GI), (S. 7-31).
- Hendricks Franssen, H.-J., Kurtz, W., Pondkule, M., Zhang, H., Naz, B., Vereecken, H., Goergen, K., & Kollet, S. (2018). Data Assimilation with the Integrated Terrestrial Systems Modelling Platform TerrSysMP-PDAF. InSiDE, 16, 66-71.
- Kolb, D., Kurtz, W., Weismüller, J., Ramm, A., Ludwig, R., & Kranzlmüller, D. (2018). Visualization of climate simulation data in virtual reality using commercial game engines. In H.-J. Bungartz, D. Kranzlmüller, V. Weinberg, J. Weismüller, & V. Wohlgemuth (Hrsg.), Environmental Informatics: Techniques and Trends. (S. 39-45). Shaker-Verlag.
- Kollet, S., Gasper, F., Brdar, S., Goergen, K., Hendricks Franssen, H.-J., Keune, J., Kurtz, W., Küll, V., Pappenberger, F., Poll, S., Trömel, S., Shrestha, P., Simmer, C., & Sulis, M. (2018). Introduction of an Experimental Terrestrial Forecasting/Monitoring System at Regional to Continental Scales Based on the Terrestrial Systems Modeling Platform (v1.1.0). Water, 10, 1697. doi:10.3390/w10111697
- Kunkel, J. M., Betke, E., Bryson, M., Carns, P., Francis, R., Frings, W., Laifer, R., & Mendez, S. (2018). Tools for Analyzing Parallel I/O. In R. Yokota, M. Weiland, J. Shalf, & S. Alam (Hrsg.), High Performance Computing (S. 49-70). Cham: Springer International Publishing.
- Lê, M., & Weidendorfer, J. (2018). A Message-Passing based Algorithm for k-Terminal Reliability. 14th European Dependable Computing Conference (EDCC 2018), (S. 73-80).
- Mendez, S., Hammer, N. J., & Karmakar, A. (2018). Analyzing the I/O Scalability of a Parallel Particle-in-Cell Code. In R. Yokota, M. Weiland, J. Shalf, & S. Alam (Hrsg.), High Performance Computing (S. 9-22). Cham: Springer International Publishing.
- Müller, P., Neumair, B., Reiser, H., & Rodosek, G. D. (Hrsg.). (2018). 11. DFN-Forum Kommunikationstechnologien, Günzburg, Germany, 27.-28. Juni, 2018. P-283.
- Nebro, A. J., Durillo, J. J., García-Nieto, J., Barba-González, C., Del Ser, J., Coello Coello, C. A., Benítez-Hidalgo, A., & Aldana-Montes, J. F. (2018). Extending the speed-constrained multi-objective PSO (SMPSO) with reference point based preference articulation. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 11101 LNCS, 298-310. doi:10.1007/978-3-319-99253-2_24
- Pargent, F., & Albert-von der Gönna, J. (2018). Predictive Modeling With Psychological Panel Data. Zeitschrift für Psychologie, 226, 246-258. doi:10.1027/2151-2604/a000343
- Seibold, H., Bernau, C., Boulesteix, A.-L., & De Bin, R. (2018). On the choice and influence of the number of boosting steps for high-dimensional linear Cox-models. Computational Statistics, 33, 1195-1215. doi:10.1007/s00180-017-0773-8
- Shoukourian, H., Cavazzoni, C., Januszewski, R., & Weinberg, V. (2018). Requirements of new user communities for the use of next generation computing systems evolving towards Exascale. Tech. rep., PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe).
- Shrestha, P., Kurtz, W., Vogel, G., Schulz, J.-P., Sulis, M., Hendricks Franssen, H.-J., Kollet, S., & Simmer, C. (2018). Connection Between Root Zone Soil Moisture and Surface Energy Flux Partitioning Using Modeling, Observations, and Data Assimilation for a Temperate Grassland Site in Germany. Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 123, 2839-2862.
- Sousa, N. T., Hasselbring, W., Weber, T., & Kranzlmüller, D. (2018). Designing a Generic Research Data Infrastructure Architecture with Continuous Software Engineering. Combined Proceedings of the Workshops of the German Software Engineering Conference 2018 (SE 2018), Ulm, Germany, 2018, (S. 85-88).
- Tang, Q., Schilling, O. S., Kurtz, W., Brunner, P., Vereecken, H., & Hendricks Franssen, H.-J. (2018). Simulating Flood-Induced Riverbed Transience Using Unmanned Aerial Vehicles, Physically Based Hydrological Modeling, and the Ensemble Kalman Filter. Water Resources Research, 54, 9342-9363.

Weber, T., & Kranzlmüller, D. (2018). How FAIR Can you Get? Image Retrieval as a Use Case to Calculate FAIR Metrics. 2018 IEEE 14th International Conference on e-Science (e-Science). doi:10.1109/eScience.2018.00027

Weismüller, J., Hachinger, S., Nguyen, H., & Weber, T. (2018). Addressing knowledge and know-how biases in the environmental sciences with modern data and compute services. EGU General Assembly Conference Abstracts 20, EGU-2018-4399.

Ziegler, J. A., & Schmitz, D. (2018). Establishing a universal service model for authentication scenarios based on MNM service model. Lecture Notes in Informatics (LNI), Proceedings - Series of the Gesellschaft für Informatik (GI), 283, 81-90

Zygar, C., & Albert-von der Gönna, J. (2018). Big Data und Machine Learning in der Psychologie. Akademie Aktuell, 64, 54-55.

15.2 Betreute Bachelor- und Masterarbeiten

Albert, M., Visualizing Big Data in Virtual Reality -- Interactive Analysis of Large Scale Turbulence Simulations, Ludwig-Maximilians-Universität München, September, 2018.

Brehm, J., Evaluation of camera configurations for view synthesis for augmented reality, Diplomarbeit, Ludwig-Maximilians-Universität München, Februar, 2018.

Dimova, A method for touch-based input in virtual environments, Bachelorarbeit, Ludwig-Maximilians-Universität München, Februar, 2018.

Gan, Z., Variance of photon mapping density estimation, Ludwig-Maximilians-Universität München, November, 2018

Gupta, A. (2018). Implementation and Evaluation of MLEM-Algorithm on GPU using CUDA. Technische Universität München, Lehrstuhl für Rechnerarchitektur & Parallele Systeme.

Hacker, B., Evaluierung und Migration der Secomat-Funktionalitäten auf PfSense Firewalls, Ludwig-Maximilians-Universität München, November, 2018.

Herzog, M., Engine-Design für webbasierte 3D- und VR-Anwendungen, Diplomarbeit, Ludwig-Maximilians-Universität München, August, 2018.

Jores, J., Evaluation von Lösungsansätzen zur Multi-Faktor Authentifizierung im Inter-Föderierten Identitätsmanagement, Ludwig-Maximilians-Universität München, August, 2018.

Kirschstein, A. (2018). Kriterien und Potentiale der Nutzung von Rechnerabwärme in Mischgebieten Modellierung und Optimierung eines Energiereferenzsystems. Technische Universität München, Fakultät für Elektrotechnik.

Kurtz, A. (2018). Design and Implementation of a Lightweight Communication Backend for HPC/Distributed Applications. Technische Universität München, Lehrstuhl für Rechnerarchitektur & Parallele Systeme.

Leimig, D., Aufbau einer Public Key Infrastruktur bei der M-net Telekommunikations GmbH, Ludwig-Maximilians-Universität München, April, 2018.

Mieden, P., Implementation and evaluation of secure and scalable anomaly-based network intrusion detection, Ludwig-Maximilians-Universität München, Dezember, 2018.

Mizani, M. M., Evaluation von Systemen zur Mehr-Faktor-Authentifizierung am Beispiel des Leibniz-Rechenzentrums, Ludwig-Maximilians-Universität München, Dezember, 2018.

Pröll, K. (2018). Adaptive data layout optimizations for stencil-code using binary rewriting. Technische Universität München, Lehrstuhl für Rechnerarchitektur & Parallele Systeme.

Ramm, A. (2018). Load Balancing - Concepts for Hydrological Models. Technische Universität München, Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement.

Reschberger, B., Improving responsiveness and perceived consistency of physics simulations in networked virtual environments, Diplomarbeit, Ludwig-Maximilians-Universität München, Juli, 2018.

16 Gebäude und Infrastruktur

Zum 1. Juni 2018 konnte im Gebäudemanagement die Ingenieurstelle für die Prozessoptimierung erfreulicherweise besetzt werden. Es waren insgesamt sechs Stellenausschreibungen erforderlich, um die bereits in dem 2016 verabschiedeten Entwicklungsplan vorgesehene Position zu besetzen. Der Ausbau der Personalkapazität des Gebäudemanagements ermöglichte, dass die im Vorjahr begonnenen Optimierungsaktivitäten bei der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) zusätzlich zu den arbeitsintensiven Sondervorhaben im laufenden Jahr durchgeführt werden konnten.

Die bedeutendsten Projekte waren in 2018:

- Begleitung der Installation und Inbetriebnahme des neuen Höchstleistungsrechners SuperMUC-NG (insbesondere Abnahme der Kühlungsinfrastruktur)
- Ausschreibung des Vertrages der Facility Management-Dienstleistungen für die Jahre 2019 bis 2022.

Die Installation und Inbetriebnahme des neuen Höchstleistungsrechners SuperMUC-NG stellte in mehreren Bereichen außerordentliche Herausforderungen für das Gebäudemanagement. Hierbei sind insbesondere folgende Punkte exemplarisch hervorzuheben:

- Durch die zeitliche Überlappung der vorgesehenen Betriebsphasen von SuperMUC und SuperMUC-NG werden die TGA-Systeme erstmals seit Inbetriebnahme an den Leistungsgrenzen betrieben.
- Die Einbindung von zwei neuen Kälteübergabestationen (Coolmanager) erforderte eine Überprüfung bzw. Überarbeitung der implementierten Regelkreise für die Armaturen und Pumpen.
- Es mussten die Anschlusskästen der Höchstleistungsrechnersysteme auf alle Stromschienen des Höchstleistungsrechnerraums so verteilt werden, dass eine Überlastung einzelner Subschienen vermieden wird.
- Um die höheren Leistungsanforderungen an den Versorgungskreis Süd der Warmwasserkühlung zu erfüllen, ist von einer temperaturgeführten auf eine druckgeführte Regelung umgestellt worden. Mit dieser Anpassung wird eine verzögerungsfreie Reaktion auf geänderte Lastpunkte sichergestellt.
- Zur Erhöhung der Redundanzen in der Kälteversorgung des SuperMUC-NG sind zwei zusätzliche Verbindungsleitungen zwischen den Versorgungssträngen Süd und Nord sowohl für die Warmwasser- als auch die Kaltwasserkühlung eingebaut worden.

Bei der Installation des Rechnersystems sowie der zugehörigen Kühlungssysteme war es erforderlich, neben den Schnittstellen zu den vorhandenen TGA-Systemen den beschränkten Bauraum im Doppelboden zu berücksichtigen. Indem sich die Mitarbeiter des Gebäudemanagements bei der arbeitsintensiven Planung der verschiedenen Rohrleitungstrassen und der Überwachung von deren Montagen direkt beteiligten, war sichergestellt, dass die Risiken für den Betrieb rechtzeitig identifiziert und Beeinträchtigungen so gering wie möglich gehalten wurden.

Das Gebäudemanagement war insbesondere in die erforderlichen Abstimmungen und Festlegungen bezüglich der Schnittstellen der Stromversorgung, der Anbindung der neuen Kühlsysteme an die vorhandene Gebäudeleittechnik sowie der Montageabwicklung involviert.

Um die Neuausschreibung der Leistungen des Gebäudemanagements vorzubereiten, wurde im Zeitraum Januar bis Ende April 2018 die im Vorjahr begonnene Erfassung der technischen Daten der TGA-Systeme und ihrer Komponenten fortgesetzt und abgeschlossen. Um eine zeitgerechte Umsetzung der Ausschreibung sicher zu stellen, sind zusätzliche externe Kapazitäten herangezogen worden. Die von einem Ingenieurbüro erstellten Ausschreibungsunterlagen sind nach Prüfung und Freigabe Ende Oktober veröffentlicht worden. Zum Submissionstermin am 23. November gingen vier Angebote ein, die geprüft und anhand einer Kriterienmatrix bewertet werden. Die Zuschlagserteilung ist für Anfang März 2019 vorgesehen.

Bei der Optimierung der Kälteversorgungsnetze konnte im laufenden Jahr der Bestandsteil (Bauabschnitt 2005) in Angriff genommen werden, nachdem diese im Erweiterungsabschnitt des Rechnergebäudes (Bauabschnitt 2011) abgeschlossen worden war. Durch Anpassungen der Regelkreise konnte die Betriebsweise der Kälteerzeuger so umgestellt werden, dass die Anzahl angeforderter Einheiten thermisch und nicht mehr, wie zuvor, hydraulisch geführt wird. Damit wird eine höhere Auslastung des jeweils angeforderten Kälteerzeugers sichergestellt und somit die Energieeffizienz des Betriebes verbessert.

Der nächste strategische Schritt bei der Weiterentwicklung der Kältenetze ist die komplette, d. h. hydraulische und regelungstechnische Zusammenlegung der Kälteversorgungsnetze 12°C/20°C (Kaltwassernetze) der beiden Bauabschnitte. Damit soll einerseits der veränderten Lastsituation nach der Systemablösung im HPC-Bereich und andererseits dem Alter der Kälteerzeugungsanlagen im Bauabschnitt 2005

Rechnung getragen werden. Ziel ist die schrittweise Zusammenfassung aller Kälteerzeuger des vorgenannten Netzes unter eine einheitliche Kapazitätssteuerung, die die Leistung aller Kälteerzeuger für das gesamte Netz verfügbar macht. Dadurch kann zum einen die Anforderung der Kälteerzeuger für eine bestimmte Netzlast besser unter Effizienzgesichtspunkten gesteuert werden. Zum anderen können Entscheidungen über größere Instandsetzungsmaßnahmen bei den älteren Kältemaschinen ohne großen Handlungsdruck und damit unter stärkerer Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten fallen.

Nach Abschluss von Mängelbeseitigungen aus der Planungs-, Bau- und Inbetriebnahme konnten in der Lüftungstechnik signifikante Optimierungen an den einzelnen Anlagen erreicht werden, indem die einzelnen Regelkreise der betroffenen Geräte überprüft und angepasst wurden.

Darüber hinaus war auch im Jahr 2018 wieder an einem Raumkühlungssystem (Klimatisierung des Rechnerraums „DAR1“) eine umfassende Anpassung der im Jahr 2011 in Betrieb genommenen Klima- und Kühlungstechnik erforderlich. Ursache waren die im Jahr 2016 erstmals aufgetretenen Leistungsdefizite bei den installierten Klimageräten. Eine genauere Auswertung der Betriebsdaten ergab, dass die installierten Geräte für unterschiedliche Temperaturprofile ausgelegt wurden, obwohl sie für die gemeinsame Temperierung eines Raumes vorgesehen waren. Dieser Sachverhalt hatte zur Folge, dass die Leistung der Klimageräte nur zum Teil für die Raumkühlung nutzbar war. Als Abhilfe ist geplant, die vorhandenen Warm- durch Kaltgänge zu ersetzen. Diese Maßnahme wird aktuell umgesetzt, weitere ergänzende Anpassungen können nicht ausgeschlossen werden.

Die bereits in den letzten Jahren zu beobachtende Entwicklung eines stark erhöhten Aufwandes bei der Nachverfolgung und Sicherung vereinbarter Termine sowie der Qualität von Serviceleistungen der externen Dienstleister hat sich auch im Jahr 2018 unvermindert fortgesetzt.

16.1 Energieeffizienz

Durch die vorbeschriebene Anpassung der Regelkreise im Bestandteil des Rechnergebäudes konnte auch für das dortige Kältenetz ein erster Schritt zur thermo-hydraulischen Synchronisation umgesetzt werden. Darüber hinaus wird im kommenden Jahr die erste großtechnische Adsorptionskälteanlage als Teil des SuperMUC-NG in Betrieb genommen. Das bedeutet, dass je nach Lastpunkt bis zu einem Drittel der Abwärme der Computeknoten als Antriebsenergie für die Kühlung der luftgekühlten Komponenten verwendet wird.

Es konnte die Zusammenarbeit mit der TU München und dem Bayrischen Zentrum für angewandte Energieforschung im Rahmen der Projektinitiative „CleanTechCampus“ der TU München ausgebaut werden. Ziel ist es, im Rahmen der Projektinitiative zukunftsfähige und nachhaltige Konzepte für die Energieversorgung des Forschungscampus Garching in einer interdisziplinären Kooperation zu entwickeln und deren Realisierung anzustoßen.

17 Strombeschaffung

Aufgrund des z.T. sehr variablen Bedarfs hat sich das LRZ für ein neues Beschaffungsmodell entschieden. Seit dem 1.1.2018 betreibt das LRZ einen eigenen Bilanzkreis für die Strombeschaffung. Als Ergebnis einer EU-weiten Ausschreibung nimmt die Energie Südbayern GmbH in den Jahren 2018-2020 das Management dieses Bilanzkreises inklusive der Übernahme aller sich hieraus ergebenden Pflichten sowie der Kauf und Verkauf von Strommengen in den bzw. aus dem Bilanzkreis des LRZ wahr.

Die ersten Erfahrungen des LRZ mit dem eigenen Bilanzkreis sind positiv. Das LRZ kann 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.

Die Inbetriebnahme der Phase 1 des neuen Höchstleistungsrechners SuperMUC-NG führt zu hohen Stromverbräuchen. Obwohl die Phase 2 von SuperMUC, der Vorläufergeneration des Höchstleistungsrechners vorübergehend außer Betrieb genommen wurde, kam es 2018 zu Strom-Lastspitzen von 8,5 MegaWatt.

Insofern ist festzustellen, dass die zukünftigen Strombedarfe bereits wieder angepasst werden müssen. Insofern 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 wurden in verschiedenen Beschaffungen jeweils Bänder für die Jahre 2018 bis 2020 beschafft.

Das LRZ plant, das für seinen Strombezug genutzte Bilanzkreismodell für den Zeitraum ab dem 1.1.2021 erneut EU-weit auszuschreiben.

18 Zahlen und Fakten

18.1 Verwaltung

Tabelle 26: Personalstand, Neueinstellungen und Abgänge 2018

Personalstand (31.12.2018)	
203	Mitarbeiter
50	Stud. und wiss. Hilfskräfte
6	Auszubildende

Neueinstellungen	
18	Wiss. Mitarbeiter
7	Techn. Mitarbeiter
4	Verwaltungsmitarbeiter
2	Auszubildende
24	Stud. und wiss. Hilfskräfte

Abgänge	
8	Wiss. Mitarbeiter
5	Techn. Mitarbeiter
3	Verwaltungsmitarbeiter
3	Auszubildende
23	Stud. und wiss. Hilfskräfte

Tabelle 27: Dienstreisen 2018

Dienstreisen	
293	Inland
172	Ausland
465	Insgesamt

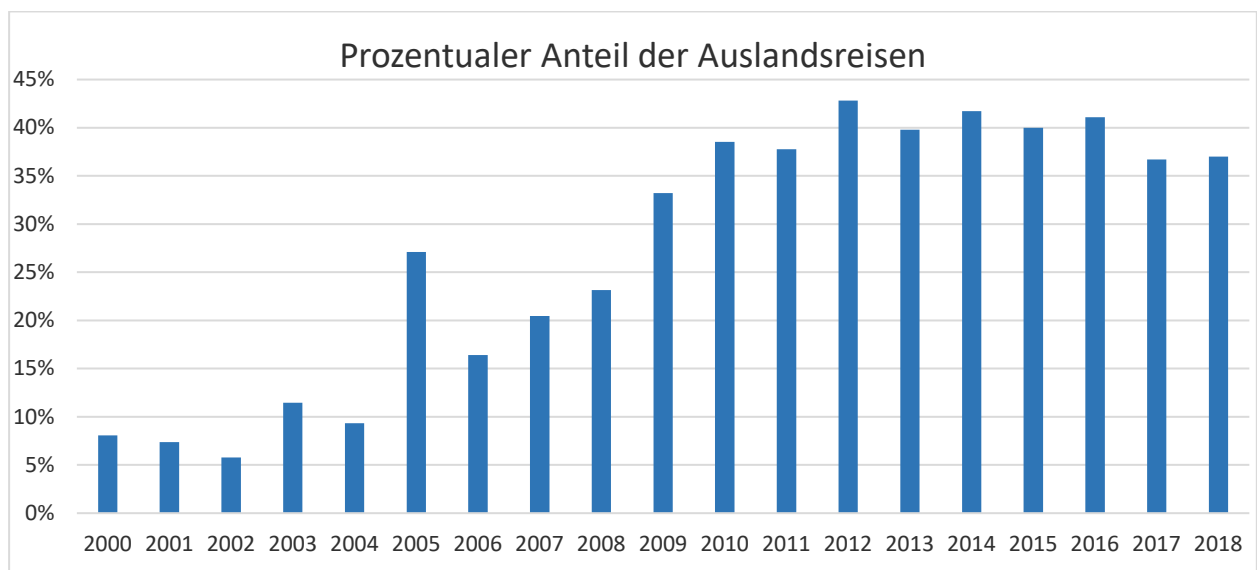
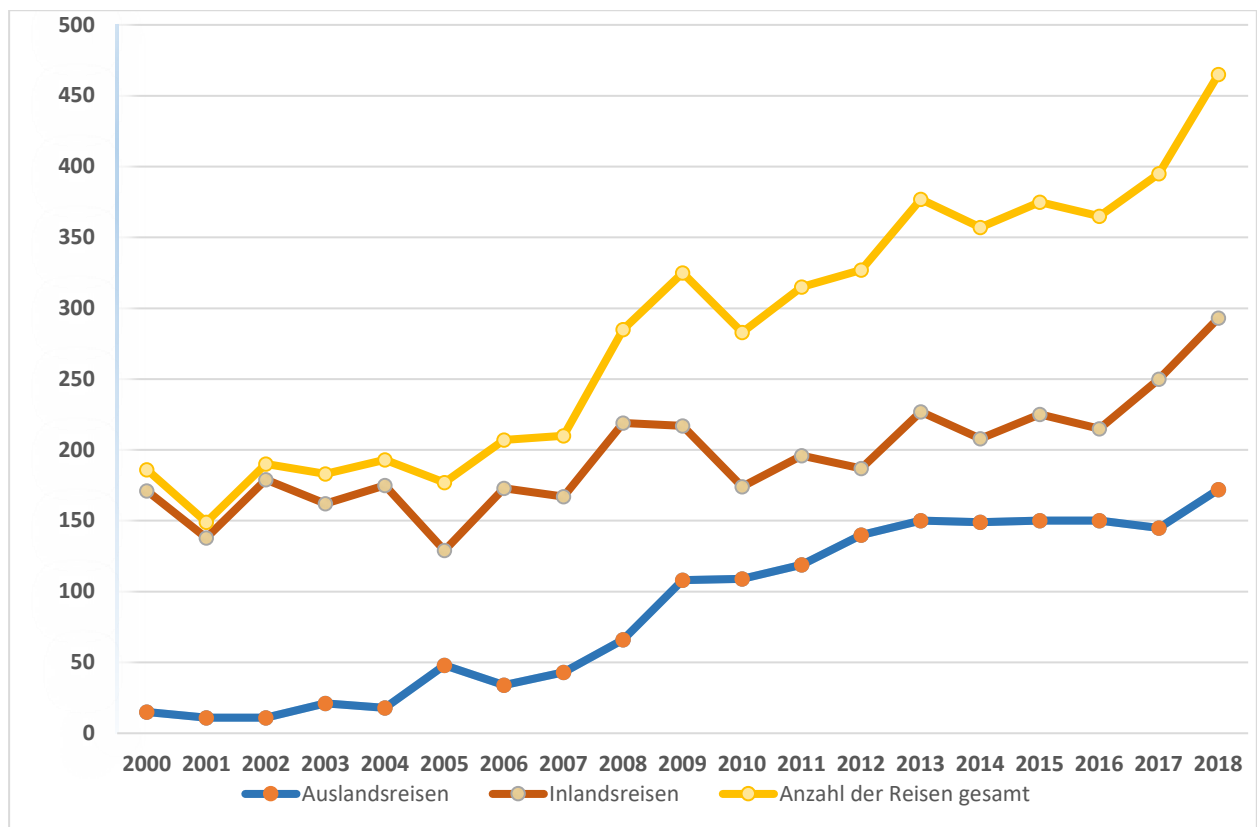


Abbildung 75: Entwicklung des Dienstreiseaufkommens

Tabelle 28: Buchungen 2018

Buchungen	
1.235	Rechnungen
3.651	Normaler Haushalt (TG 74)
609	Höchstleistungsrechner (TG 75)
1.906	Drittmittel
7.401	Insgesamt

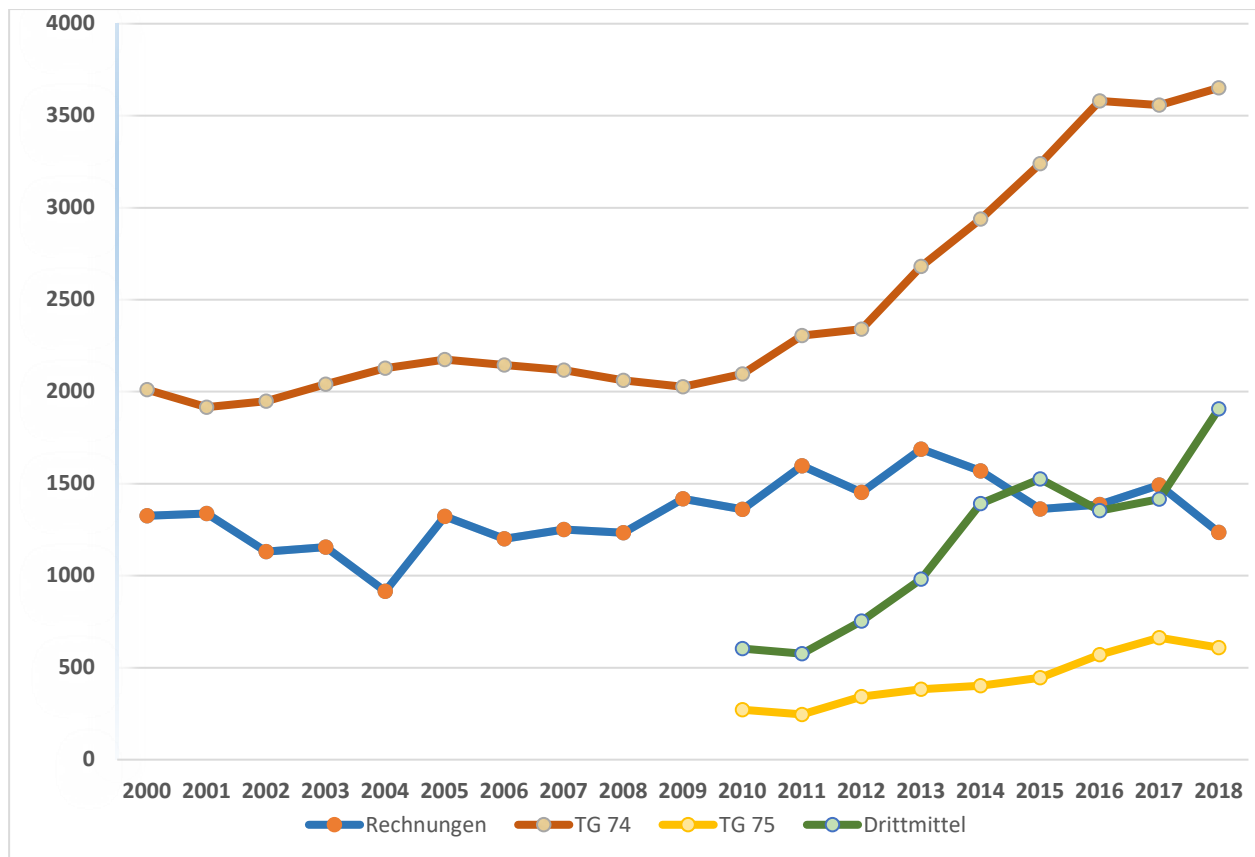


Abbildung 76: Entwicklung des Buchungsaufkommens

Tabelle 29: Haushalt und Inventarisierung

Inventarisierungen	
3.584	IT-System spezifische Geräte
39	Sonstige (Möbel, usw.)
3.623	Insgesamt

Tabelle 30: Stromverbrauch 2018

2018		
	8.492 kW	Lastspitze (15 min Intervall)
	44.149.031 MWh	Verbrauch insgesamt

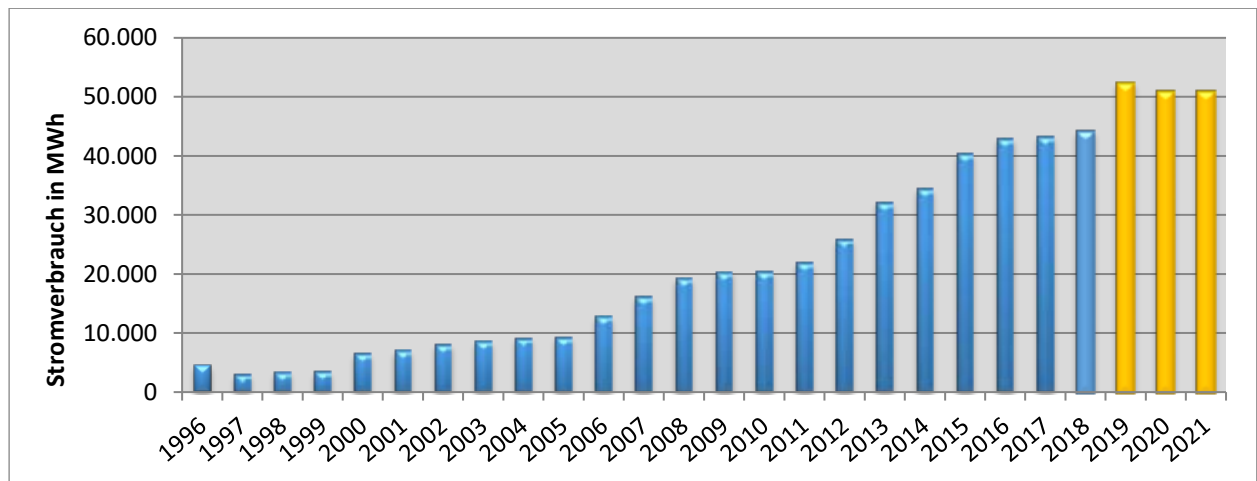


Abbildung 77: Entwicklung des Stromverbrauchs

18.2 E-Mail und Exchange

Tabelle 31: E-mail und Exchange

E-Mail und Exchange	gerundet
Exchange-Postfächer	88.783 mit 41 TByte
POP/IMAP-Postfächer	76.936 mit 10 TByte
E-Mail-Verteilerlisten	1.769
Eintreffende E-Mails/Tag	848.660
<ul style="list-style-type: none"> davon angenommen 	219.866 (25,9 %)
<ul style="list-style-type: none"> davon abgelehnt (Spam- und Virenmails) 	628.794 (74,1 %)
Server für E-Mail-Dienste	40
Server für Exchange	21

18.3 Poster und Schriften

Tabelle 32: Poster und Schriften

Großformat Poster - Schriften	
Großformat Poster insgesamt	3.670
<ul style="list-style-type: none"> am LRZ abgegeben 	1.132
<ul style="list-style-type: none"> Bibliothek der LMU 	1.025
<ul style="list-style-type: none"> Bibliothek der TUM 	1.244
<ul style="list-style-type: none"> Biozentrum der LMU 	269
Schriften - Umsatz	1.480 – davon 218 E-Books

18.4 Benutzerverwaltung und Shibboleth

Tabelle 33: Benutzerverwaltung und Shibboleth

Benutzerverwaltung und Shibboleth	
Benutzerkennungen	336.138
<ul style="list-style-type: none"> Davon von TUM, LMU und Hochschulen importiert 	297.827
Master User	2.621
LRZ-Projekte	2.204
<ul style="list-style-type: none"> Davon SuperMUC-Projekte 	693
Authentifizierungen pro Woche am TUM Identity Provider	Ø 132.296 max. 236.857
Authentifizierungen pro Woche am LMU Identity Provider	Ø 49.759 max. 102.711

18.5 Datenspeicher

Die Tabelle gibt, differenziert nach Speicherarchitektur, einen Überblick über die Bruttokapazität der Plattenspeichersysteme des LRZ Ende 2018 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 34: 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 8200	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 8200	Metrocluster für Hochschulstart.de	130 TB
1 x NetApp FAS 2650	Replikation für Hochschulstart.de	50 TB
1 x DDN SFA12KX GridScaler (GPFS)	LRZ Data Science Storage	2.300 TB
1 x DDN SFA7700X Storage System	TUM Data Science Storage	1.500 TB
1 x DDN SFA12KX GridScaler (GPFS)	TSM Disk Cache + Backup to Disk	5.600 TB
2 x NetApp EF560 AllFlash	DB für Archiv- und Backupsystem	150 TB
Gesamt		27.800 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 33 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 35: 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 SuperMUC

Installation Phase	Phase 1		Phase 2
	2011	2012	2015
Installation Date	2011	2012	2015
Islandtype	Fat Nodes	Thin Nodes	Haswell Nodes
System	BladeCenter HX5	IBM System x iDataPlex dx360M4	Lenovo NeXtScale nx360M5 WCT
Processor Type	Westmere-EX Xeon E7-4870 10C	Sandy Xeon 8C Bridge-EP E5-2680	Haswell Xeon Processor E5-2697 v3
Nominal Frequency [GHz]	2.4	2.7	2.6 ²
Performance per core	4 DP Flops/cycle = 9.6 DP Flop/s 2-wide SSE2 add + 2-wide SSE2 mult	8 DP Flops/cycle = 21.6 DP Flops/s 4-wide AVX add + 4-wide AVX mult	16 DP Flops/cycle = 41.6 DP Flops/s two 4-wide fused multiply-adds
Total Number of nodes	205	9216	3072
Total Number of cores	8,200	147,456	86,016

Total Peak Performance [PFlop/s]	0.078	3.2	3.58
Total Linpack Performance [PFlop/s]	0.065	2.897	2.814
Total size of memory [TByte]	52	288	194
Total Number of Islands	1	18	6
Typical Power Consumption [MW]	< 2.3		~1.1
Components			
Nodes per Island	205	512	512
Processors per Node	4	2	2
Cores per Processor	10	8	14
Cores per Node	40	16	28
Logical CPUs per Node (Hyperthreading)	80	32	56
Memory and Caches			
Memory per Core [GByte] (typically available for applications)	6.4 (~6.0)	2 (~1.5)	2.3 (2.1)
Size of shared Memory per node [GByte]	256	32	64 (8 nodes in job class big: 256)
Bandwidth to Memory per node [Gbyte/s]	136.4	102.4	137
Level 3 Cache Size (shared) [Mbyte]	4x30	2x20	4x18
Level 2 Cache Size per core [kByte]	256	256	256
Level 1 Cache Size [kByte]	32	32	32
Latency Access Memory [cycles] / Bandwidth per core [GB/s]		~160 / 8.8	~200 / 6.7
Level 3 Latency [cycles] /BW per Core [GB/s]		~ 30 / 31	36 / 39
Level 2 Latency [cycles]¹ /BW per Core [GB/s]		12 / 42	12 / 92
Level 1 Latency [cycles]¹ /BW per Core [GB/s]	4	4 / 130	4 / 343
Interconnect			
Technology	Infiniband QDR	Infiniband FDR10	Infiniband FDR14
Intra-Island Topology	non-blocking Tree		non-blocking Tree
Inter-Island Topology	Pruned Tree 4:1		Pruned Tree 4:1
Bisection bandwidth of Interconnect [TByte/s]	12.5		5.1
Servers			
Login Servers for users	2	7	5

Storage	
Size of parallel storage (SCRATCH/WORK) [Pbyte]	15
Size of NAS storage (HOME) [PByte]	3.5 (+ 3.5 for replication)
Aggregated bandwidth to/from parallel storage [GByte/s]	250
Aggregated bandwidth to/from NAS storage [GByte/s]	12
Capacity of Archive and Backup Storage [PByte]	> 30

18.7 Höchstleistungsrechner SuperMUC-NG

Alle Rechenknoten des Systems sind mit Intel Xeon „Skylake“ 8.174 Rechenknoten mit jeweils zwei 24-Core Sockeln ausgestattet. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick.

Compute Nodes	Thin (per Node)	Fat (per Node)	Aggregiert
Memory	96 GB	768 GB	719 TB
Number of Nodes (incl. spares)	6,336	144	6,480
Number of Cores (physical)	304,128	6,912	311,040
Nominal Peak performance	4.14 TFlop/s	4.14 TFlop/s	26.9 PFlop/s
Linpack (Pflop/s)	-	-	19.476
Interconnect Intel Omnipath			
Link Bandwidth of a node	100 GBit/s		
Bisection Bandwidth of an island	7,2 TB/s		
Bisection Bandwidth between islands	5,7 TB/s		
File systems			
High Performance Parallel Filesystem	50 PB @ 500 GB/s		
Data Science Storage	20 PB @ 70 GB/s		
Home Filesystem	256 TB		
Infrastructure			
Cooling	Direct warm water cooling		
Waste Heat Reuse	Reuse for producing cold water with adsorption coolers		

18.8 Cluster-Systeme am LRZ

System	Einsatz für ...	Anzahl Knoten	Spitzen-Rechenleistung (TFlop/s)	Memory (TByte)	Max. Leistung (kW)
CoolMUC-2	Serielle und parallele Jobs	387	450	25	150
CoolMUC-2 Housing	Dedizierte Nutzung durch Housing-Kunden	60	69	9,4	20,5
CoolMUC-3	Hoch parallele und gut vektorisierbare Codes	151	460	17	52
CoolMUC-3 Housing	Dedizierte Nutzung durch Housing Kunden	21	45	2	6
Large Memory	Codes mit hohem lokalem Speicherverbrauch	13	7,6	8,9	ca. 3
Serielles Housing	Durchsatz-Jobs von Housing-Kunden	286	100	12,5	64

18.9 Hochleistungs-Graphik-System

Tabelle 36: Hochleistungs-Grafik-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 server	serielles Batch-Cluster (unter SLURM)	8 (7 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

18.10 Das MWN in Zahlen

Tabelle 37: Das MWN in Zahlen

MWN in Zahlen	2017	2018
Netzkomponenten im Management	6.000	6.500
Switches	1.530	1.559
Access Points	3.600	4.170
Ports (Kupfer)	102.600	112.600
Ports (Glas)	9.500	9.500
Bandbreite des Internet-Zugangs (X-WiN)	30,7 Gbit/s	229,2 Gbit/s
Bandbreite des Internet-Zugangs (M-net)	10 Gbit/s	10 Gbit/s
Datenmenge pro Monat am Internet-Übergang		
eingehend	2,3 PB	3,4 PB
ausgehend	1,3 PB	2,0 PB
Wohnheime		
Angeschlossene Heime	53	50
Versorgte Wohnheimplätze	12.700	12.500
Dienste		
WLAN		
Maximum der gleichzeitigen Nutzer im 5 Minuten Mittel	40.700	43.800
Verschiedene Geräte im WLAN	300.000	300.000
Kongresse und Tagungen	556	275
VPN		
Maximale Anzahl gleichzeitiger VPN Nutzer	2.700	2.400
Über VPN maximal übertragenes Datenvolumen pro Monat	73,4 TB	85,7 TB
DNS		
Verwaltete Domains	1.600	1.560
Eingetragene IPv4 Adressen	382.000	342.000
DHCP		
Verwaltete Adressen	408.000	452.000
Netzverantwortliche in Instituten	1.049	1.328

18.11 Netzkomponenten im MWN

18.11.1 Router

Tabelle 38: 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	14	42	171	203	0
2	Cisco Nexus 7010	RZ-Router	0	0	169	0	0
2	Cisco Nexus 7710	RZ-Router	12	17	92	0	0
1	Cisco ASR1001-X	Anbindung Straubing	0	0	0	2	0
2	Cisco ASR1001-X	Anbindung Triesdorf	0	0	0	6	0
2	Cisco ASR1001-X	Tunnel-Router	0	0	0	4	0
2	Cisco 2911	Anbindung FFB	0	0	0	2	2
53	Cisco 1921	Standortanbindung	0	0	0	83	30
1	Cisco ISR1100	Standortanbindung	0	0	0	2	0
16	Cisco Nexus 9364C	RZ-Leaf+Spine	335	118	11	0	0
2	Cisco Nexus 9336C	RZ-Leaf+Spine	12	0	18	0	0
2	F5 BigIP i5800	Server Load Balancer	0	0	4	0	0
95	Router gesamt		373	177	465	302	32

18.11.2 Switch-Komponenten

Anzahl	Hersteller/Typ	verfügbare Ports		Geschwindigkeiten			
		gesamt	davon Glas	100/1000	10GE	40GE	100GE
58	Comware 5900 / 5700 / 7900	3.678	1.438	192	3.162	224	100
769	HPE5400zl / HPE5400Rzl / HPE6600 / HP3500yl / HP3800 / HPE3810	82.323	7.704	80.497	1.799	27	-
98	HP4208vl / HP4204vl	11.183	287	11.180	3	-	-
21	HP4108gl / HP4104gl	2.109	229	2.109	-	-	-
34	HP Aruba 2930-48G / HP Aruba 2930-24G	1.270	31	1.248	22	-	-
29	HP2920-48G / HP2920 -24G	973	36	936	37	-	-
38	HPE2910al-48G / HPE2910al-24G	1.541	38	1.512	29	-	-
21	HP2900-48G / HP2900-24G	910	15	864	46	-	-
41	HPE2810-48G / HPE2810-24G	1.416	44	1.416	-	-	-
5	HP3400cl-48G	240	1	240	-	-	-
33	HP2848 / HP2824	1.080	20	1.080	-	-	-
10	HPE2620-48 / HPE2620 -24	269	9	269	-	-	-

129	HPE2610-48pwr / HPE2610-24pwr	4.014	84	4.014	-	-	-
57	HPE2615-8-PoE / HPE2915-8G-PoE	570	26	570	-	-	-
36	HP2650 / HP2626	1.392	27	1.392	-	-	-
9	HP2510G-48 / HP2510G-24	246	9	246	-	-	-
169	HP2530-48/-24, HP2530-8Gpwr	4.121	129	4.119	2	-	-
299	Microsens-Einbauswitches	2.020	299	2.020	-	-	-
2	HPE 6120XG Blade-Switch	12	-	8	4	-	-
1.858	Switches gesamt	119.367	10.426	113.912	5.104	251	100

18.11.3 WLAN-Komponenten

Tabelle 39: Netzkomponenten im MWN: WLAN-Komponenten

Anzahl	Hersteller/Typ	Verwendung	Standards	Radios
1.338	Alcatel-Lucent AP-135	Access Point	802.11a/g/n	2
12	Alcatel-Lucent AP-134	Access Point	802.11 a/g/n	2
198	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
1.880	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
30	Alcatel-Lucent AP-275	Access Point outdoor	802.11ac/a/g/n	2
41	Alcatel-Lucent AP-365	Access Point outdoor	802.11ac w2/a/g/n	2
8	Alcatel-Lucent OAW-4650EU	Controller		
129	HP MSM 310	Access Point	802.11b/g	1
21	HP MSM 320	Access Point	802.11a/b/g	2
214	HP MSM 422	Access Point	802.11a/g/n	2
216	HP MSM 460	Access Point	802.11a/g/n	2
2	HP MSM 466	Access Point	802.11a/g/n	2
4.110	WLAN gesamt			

18.11.4 Netz-Server

Im Jahr 2018 wurden im Rahmen einer Ausschreibung insgesamt 20 Server des Typs Dell PowerEdge R740 beschafft. Diese dienen zum Teil der Erweiterung der Infrastruktur (Security-Monitoring und virtuelle Firewalls) und zum Teil der Ersetzung von veralteten Servern im Regelbetrieb (DNS, Secomat).

Mit den alten Servern des Typs Dell R610 und R620 sollen nach Abschluss der Migration die noch deutlich älteren Server des Typs Sun Fire X4100 (13 Jahre und älter) abgelöst werden.

Tabelle 40: 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		
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
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	1536 GB
3	HP DL 380	VoIP-Server	Linux	6	96 GB
1	HP DL 380	Monitoring	Linux	2	32 GB
4	Dell PowerEdge R740	DNS/DHCP-Server	Linux	8	256 GB
4	Dell PowerEdge R740	Security Monitoring	Linux	8	768 GB
6	Dell PowerEdge R740	Virt. Firewalls	VMware	12	1152 GB
4	Dell PowerEdge R740	Secomat	Linux	8	256 GB
2	Dell PowerEdge R740	Netzmanagement	Linux	4	128 GB
85	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
Internet: www.lrz.de



BAYERISCHE
AKADEMIE
DER
WISSENSCHAFTEN