

Modular Data Center für High Performance Computing

Effizienzoptimierte Kühlauslegung

Sebastian Krey

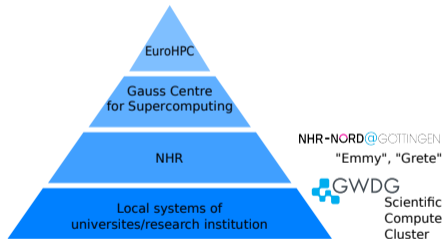


About GWDG



- IT service center and data center operation for **University Göttingen** and **Max Planck Society** (MPG) since 1970
- Operating site of “North German Supercomputing Alliance” (**HLRN**) since 2018, since 2021 part of **NHR**
- AI Service Center **KISSKI** for critical infrastructure
- HPC operating site for the “German Aerospace Center” (**DLR**) since 2022

HPC systems at GWDG



- Tier 2: **HLRN/NHR "Emmy"**
Top500 #47 Nov. 2020, now #187
- Tier 2: **NHR/KISSKI "Grete"**
Top500 #141 Nov. 2023, Green500 #22, now #194/#51
- Tier 2: **NHR/KISSKI "Grete Phase 3"**
Top500 #274 Nov. 2024, Green500 #24
- Tier 3: **Scientific Compute Cluster**
- **"CARO" for DLR**
Top500 #135 Nov. 2021, now #295
- Several smaller systems for Max-Planck- and Uni Göttingen Institutes

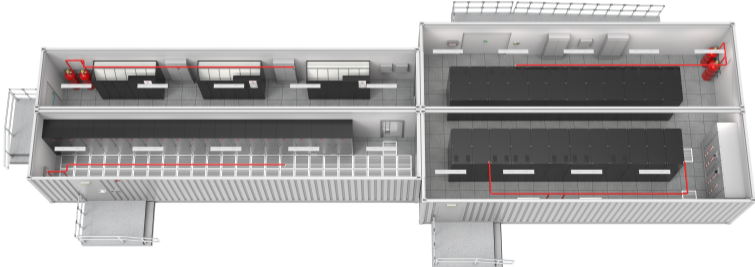
Standortsituation Göttingen 2018

- 2017 Zuschlag für erstes Tier 2 HPC System (HLRN IV) am Standort
- Erstes Warmwasser gekühltes System am Standort
- Erste Installationsphase H2 2018, Vollausbau Ende 2019
- 2018 nach Änderung des Änderungsvertrags drastische Anforderungsänderungen für Rechenzentrumsinfrastruktur:
 - ▶ 1,32 MW anstatt 800 kW
 - ▶ 26-28 anstatt 12-13 Schränke
- Rechenzentrumsstandort der ersten Phase nicht ausreichend, Kostenvoranschläge für Umbau 4-5M EUR.
- Rechenzentrumsneubau in Arbeit aber nicht vor 2021 bereit

Lösungskonzept

- Bau eines Modulares Rechenzentrums
- Gelände vorhanden
- Sehr knappes Budget (<3M EUR)
- Eng getakteter Zeitplan, Zuschlag für MDC Bau im Juli 2019
- Enge Abstimmung mit Systemanbieter Atos bzgl. Infrastrukturanforderungen
- Zwei Räume:
 - ▶ 70qm für luftgekühlte Systeme (Phase 1, Storage, Managementserver): 300kW, 70kW USV, 19 Schränke, 10-26kW pro Schrank
 - ▶ 80qm für DLC Systeme: 1,1MW, 20% Restwärme über Seitenkühler, 96kW pro Schrank, CoolIT DLC

Gebäudeschnitt



Kühlungsauslegung

- HPL Leistungsaufnahme außerhalb der Abnahme unrealistisch
- Alltagsleistungsaufnahme eher 70-80% von HPL
- Temperaturen in Göttingen moderat:
33°C sind 99,9% Quantil, 28,4°C sind 99%
- MDC Standort kein Wasseranschluss → trockene Rückkühler
- Weitere Anforderungsänderung im Herbst 2019:
32°C Vorlauf anstatt 36°C
- Zulufttemperaturen so hoch wie effizient möglich

Ergebnis Kühlungsauslegung

- HPL Leistungsaufnahme bis 20°C Außentemperatur
- Bei 32°C müssen 75% HPL möglich sein
- Trockene Rückkühler mit $dT=4K$ zur Außentemperatur
- Gemeinsamer Kreislauf für Umluftklimageräte, Seitenkühler und DLC
- Außentemperatur geführte Vorlauftemperatur
- Hybride Umluftklimageräte und Seitenkühler

Fotos Aufbauphase Nov/Dez 2019



Fotos Aufbauphase 02.-04.06.2020



Fotos Aufbauphase 17.06.-09.07.2020



Fotos Aufbauphase 30.07.2020



Aufbauphase

- November 2019, Gießen der Bodenplatte, LWL und Bau Trafostation
- 3 Monate Verzögerung beim Bau der Containermodule
- Weitere 3 Monate durch pandemiebedingte Schließung der Grenzen
- Ankunft der Containermodule und Rückkühler ab 02.06.2020
- Juni 2020 Anbindung an Infrastruktur, Bau des Primärkreislaufs, Funktionstests
- 01.07.2020 Atos beginnt Umzug der ersten Installationsphase
- 25.08.2020 Phase 1 im MDC in Produktion
- 07.10.2020 DLC gekühlte Phase 2 bereit für 48h Lasttest

PUE Werte und Optimierungen

- Erstes Betriebsjahr PUE 1,13 gesamt und 1,07 für DLC Raum
- Feintuning der Zulufttemperatur auf 24,5°C für luftgekühlte System und 27,5°C für DLC Systeme
- DLC Temperaturen abhängig vom Gebäudevorlauf für höhere Heat Capture Rate bei kühlen Temperaturen
- Alle PID Regler zu langsam für große Lastsprünge, also nachjustieren
- Koordination der Klimageräte im engen luftgekühlten Raum über Gruppensteuerung
- Außentemperaturabhängige Drehzahlbegrenzung der Rückkühler
- 12-Monats PUE seitdem 1,11-1,15, DLC Raum 1,05-1,08
- Schlechtester Monats PUE im August 2022 mit 1,20 bzw. 1,10

Zusammenfassung

- Modulare Rechenzentrumsbauweise hat sich bewährt
- Kosteneffizient
- Schnelle Umsetzung
- Trotz technisch einfachen Aufbaus sehr gute Energieeffizienz
- Lastwechsel können anspruchsvoll sein (Regleranpassung notwendig)
- Einfacher Aufbau erleichtert Feintuning der Komponenten
- Bis 40°C Außentemperatur Betrieb mit trockenen Rückkühlern möglich
- Zukunft: Abwärmenutzung in den Nachbargebäuden Physik und Chemie