



Leibniz-Rechenzentrum
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Infrastruktur für höchste Ansprüche: Rechenzentren energieeffizient betreiben

Leibniz-Rechenzentrum | 28.09.2023 | Pascal Weibel

IT-Dienstleister für die Münchener Universitäten



120.000
Studierende



27.000
Beschäftigte



1.900
Professor:innen

IT-Dienste für die Wissenschaft



HPC
Hochleistungsrechnen



V2C
Virtuelle Realität
& Visualisierung



QC
Quantencomputing



KI & Big Data
Kompetenzzentrum

Münchner Wissenschaftsnetz (MWN)



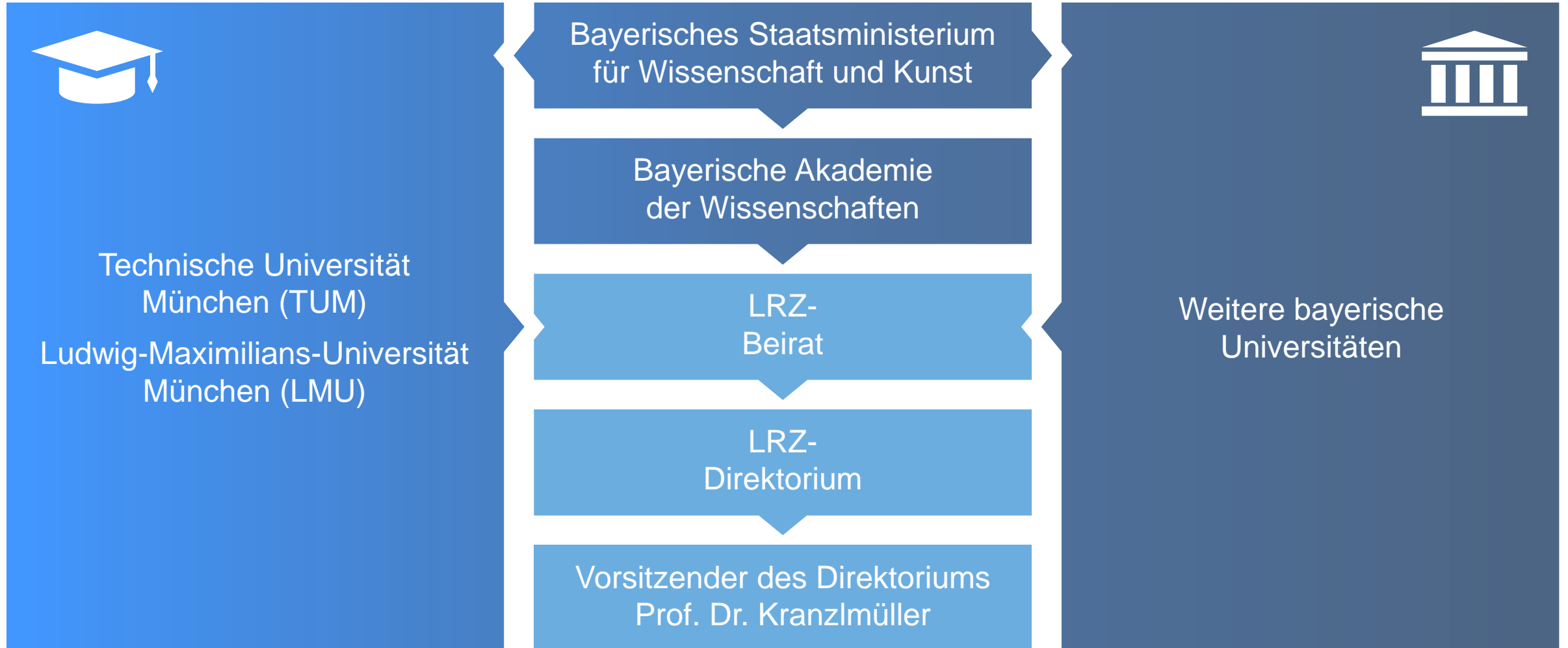
200
Gbit/s Internetanbindung

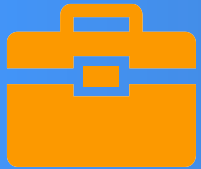


~ 6.000
WLAN Access Points

LRZ – Das sind wir

Organisationsstruktur





~ 280
Mitarbeiter:innen



Seit 1962
IT-Dienste für
die Wissenschaft



Rechenzentrum für
alle Münchner Hochschulen

Regionales Rechenzentrum für
alle bayerischen Hochschulen

Nationales Höchstleistungs-
rechenzentrum (GCS)

Europäisches
Höchstleistungsrechenzentrum

Unser Portfolio für die Wissenschaft IT-Dienste und IT-Infrastrukturen



Unsere IT-Infrastrukturen SuperMUC-NG



7,5 Mrd.
Rechen-
stunden



1,9 Mio
Jobs



475
Projekte



1.300
Wissenschaft-
ler:innen



Lenovo Intel (2019)

311.040 Cores

Intel Xeon Skylake

26,9 PFlop/s Peak

19,5 PFlop/s Linpack*

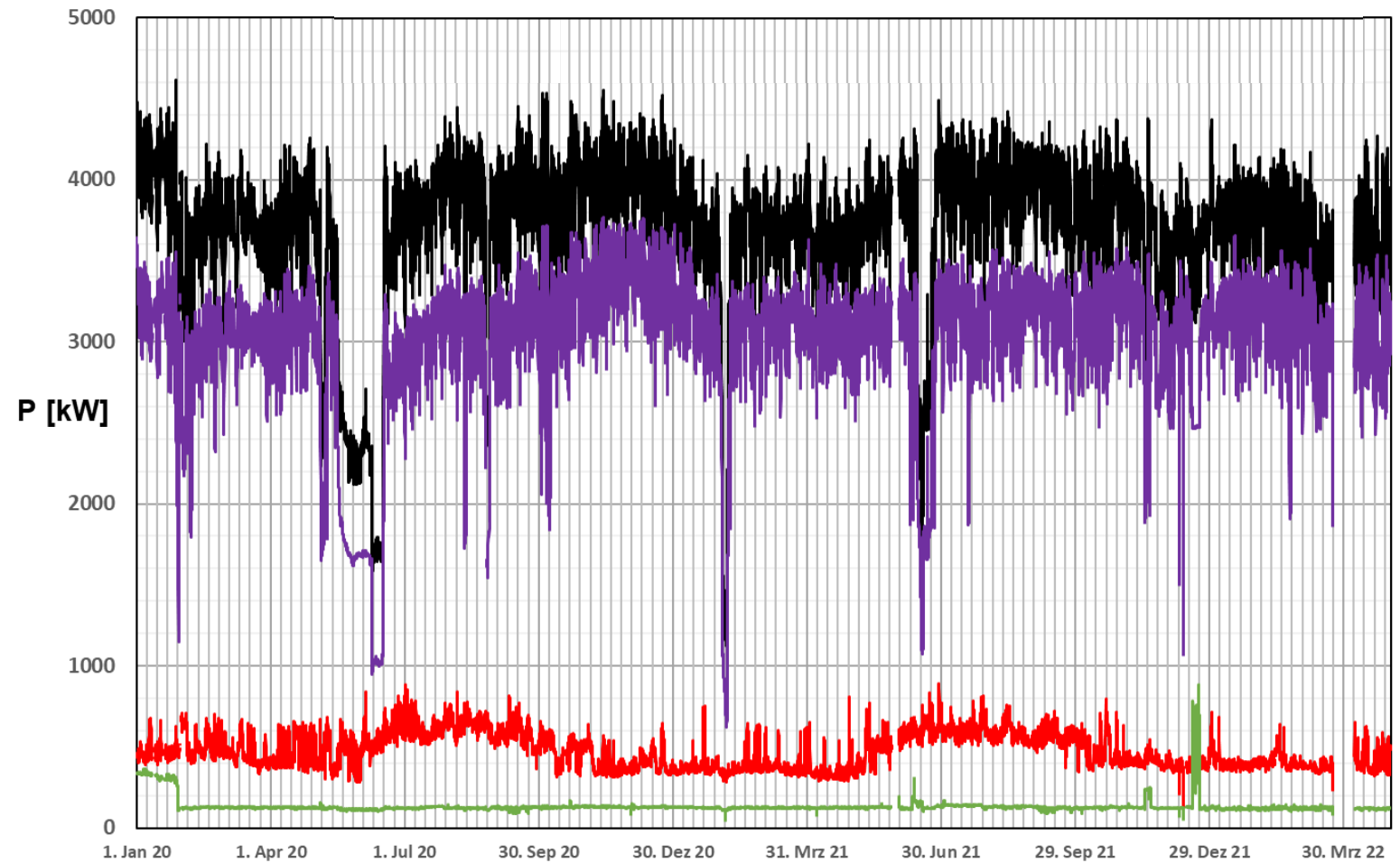
719 TB Main Memory

70 PB Disk

Statistik seit Aufnahme des offiziellen Nutzerbetriebs im August 2019 bis Ende 2022

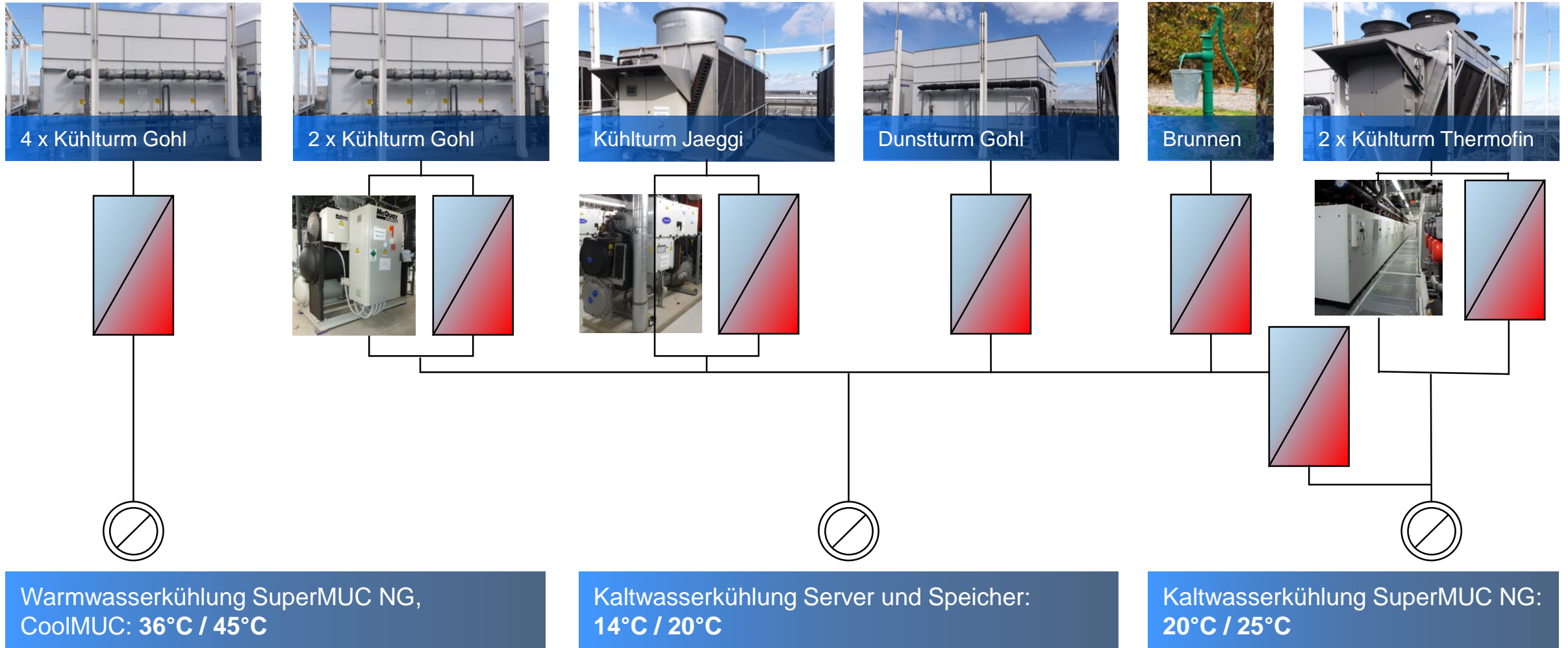
Infrastruktur für höchste Ansprüche: Rechenzentren energieeffizient betreiben

LRZ 2020-2022

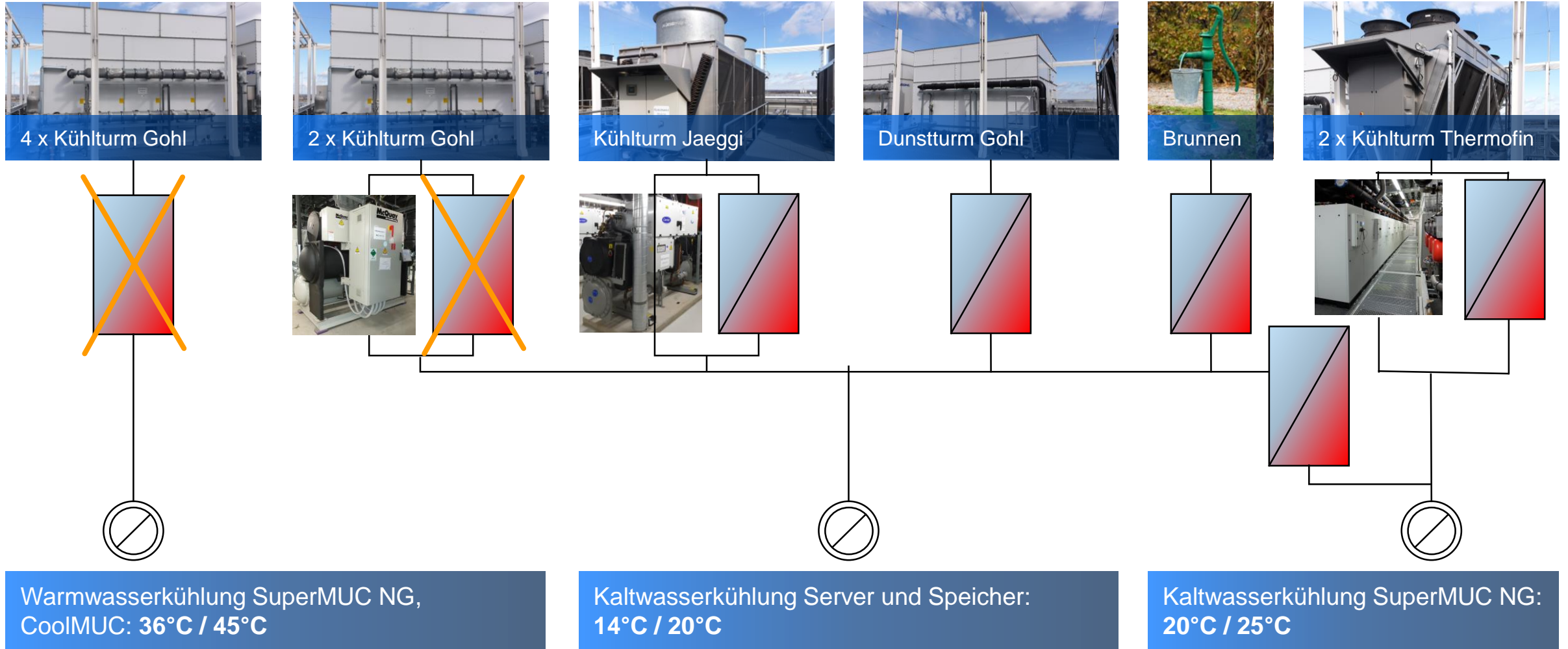


— P(LRZ) — P(DC_IT) — P(DC_KT) — P(DC_EV)

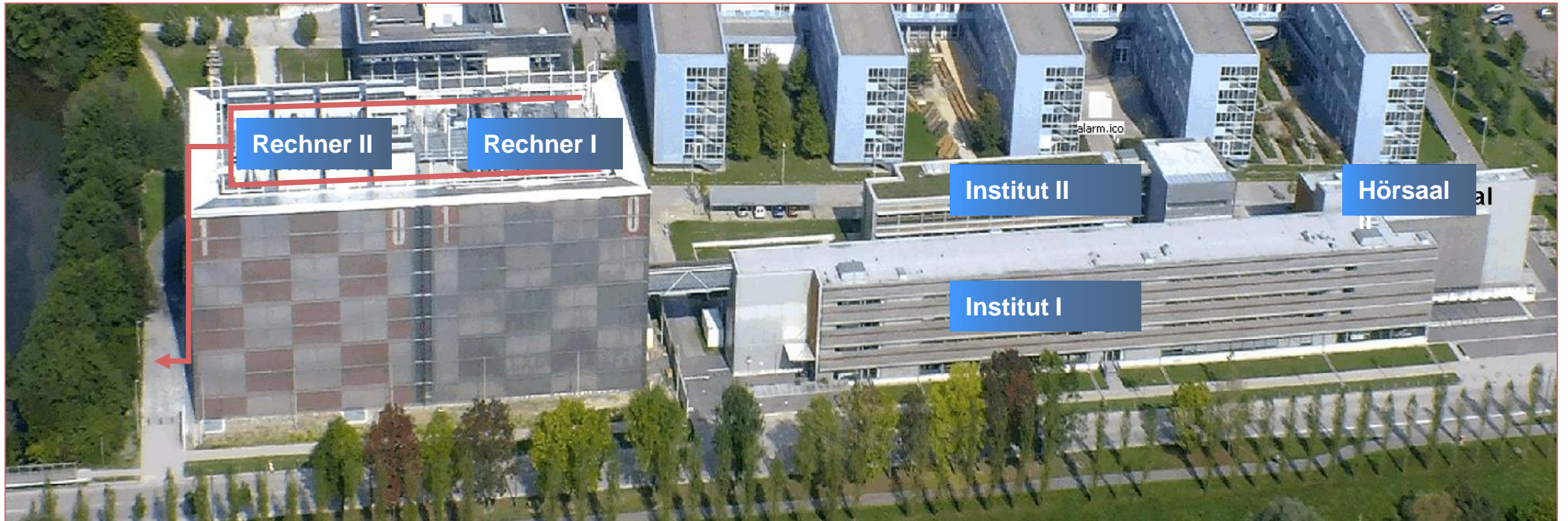
Warm- und Kaltwasserkühlung



Warm- und Kaltwasserkühlung



Die bestehende Dachentwässerung verlässt das LRZ in Richtung Wiesäcker-Bach



Beim Betrieb mit Wasser erreichen die selben Kühltürme eine höhere Kälteleistung

	Antifrogen N @ 40 °C	Water @ 40°C	Advantages
Wärmekapazität [kJ/kgK]	3,810	4,180	↓Durchfluss ↓Pumpen Energie
Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	0,466	0,629	↑Übertragungsleistung
Viskosität [mm ² /s]	1,530	0,657	↓Pumpen Energie

Es gibt 2 Möglichkeiten, den Frostschutz ohne den Einsatz von Glykol sicherzustellen

1.

Das Wasser in den Kühltürmen heizen, wenn das Wasser zu kalt wird

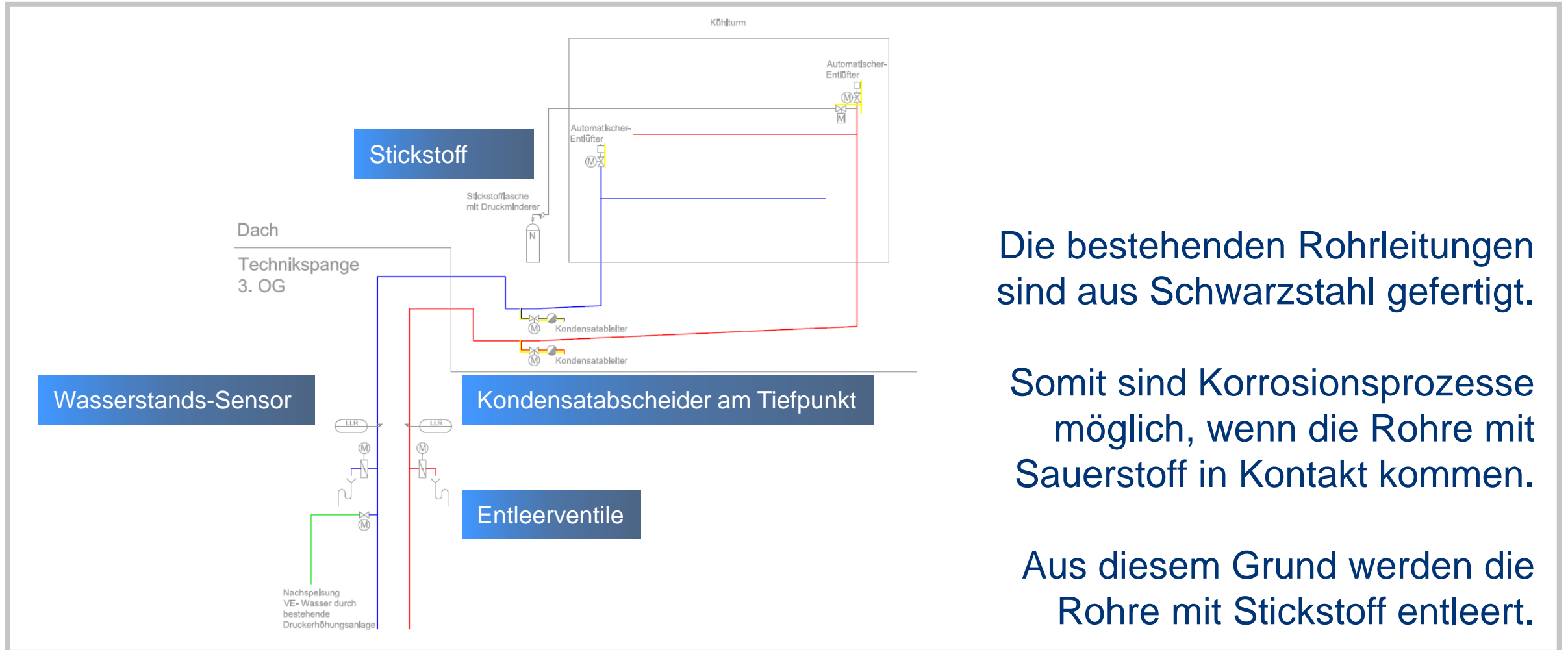


2.

Das Wasser aus den Kühltürmen entleeren, wenn das Wasser zu kalt wird



Frostschutz ohne Glykol



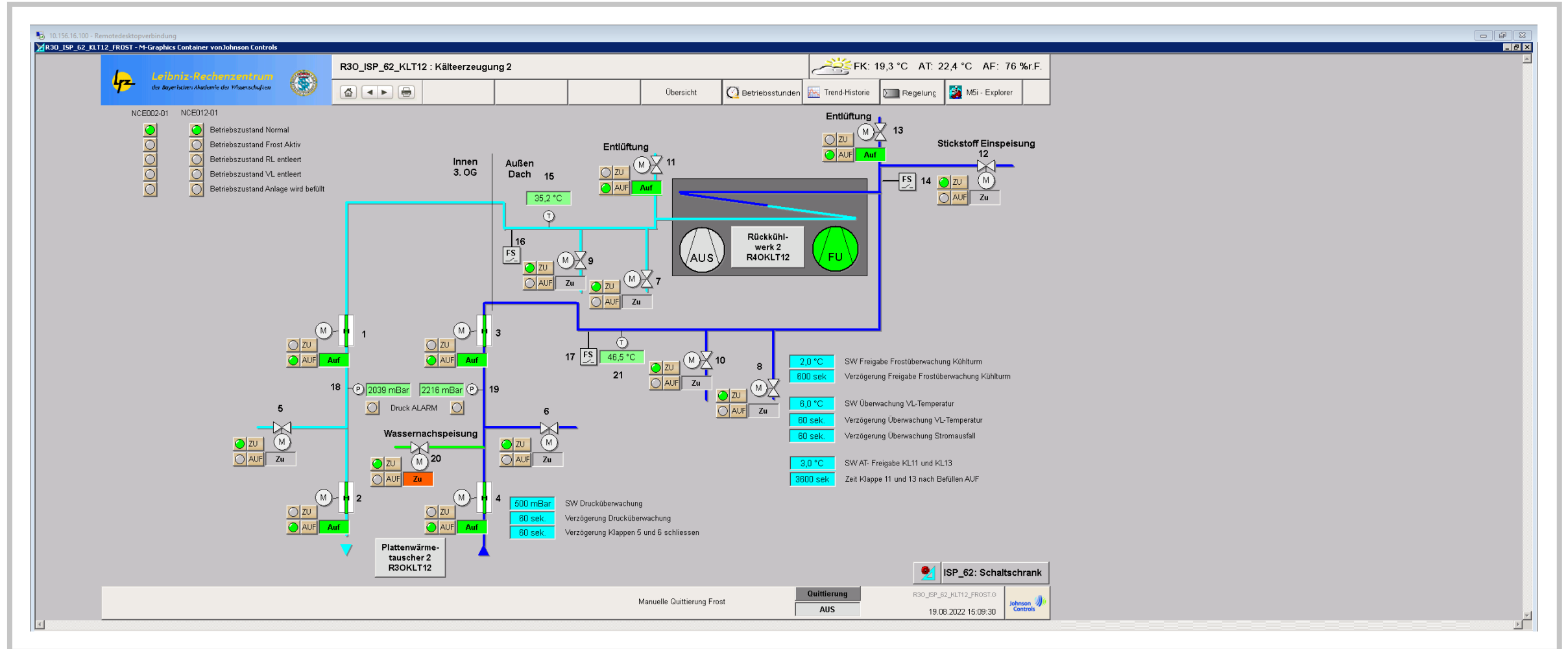
Die bestehenden Rohrleitungen sind aus Schwarzstahl gefertigt.

Somit sind Korrosionsprozesse möglich, wenn die Rohre mit Sauerstoff in Kontakt kommen.

Aus diesem Grund werden die Rohre mit Stickstoff entleert.

— Vorlauf — Rücklauf — Begleitheizung elektrisch — VE-Wasser

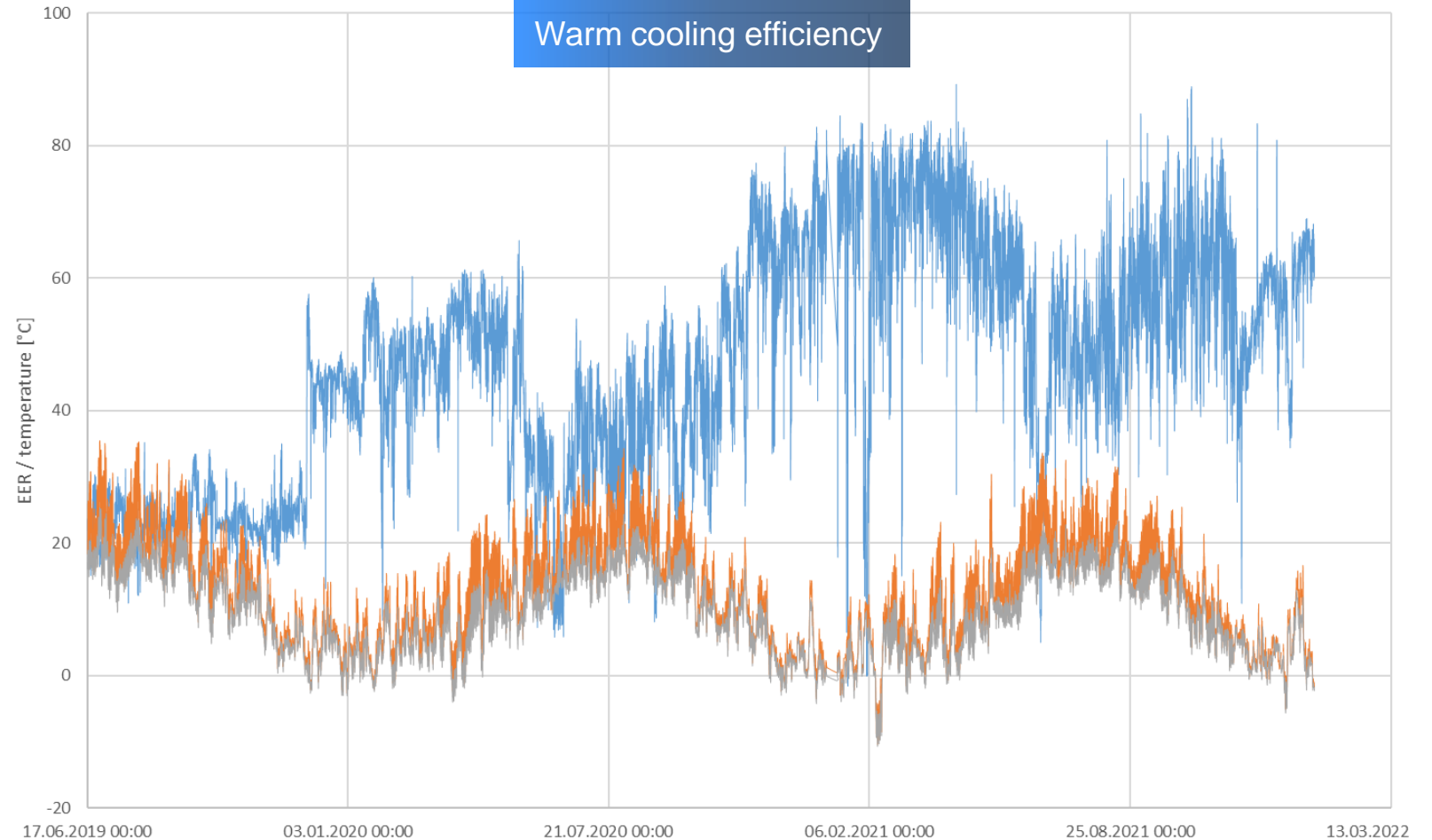
Frostschutz ohne Glykol



Steigerung der Energieeffizienz anhand von Messdaten (Warmwasser)

Umstellung auf glykolfreien Betrieb und Ausbau des Wärmetauschers im März 2020

$$EER(i) = \frac{Q(i)}{P(i)}$$

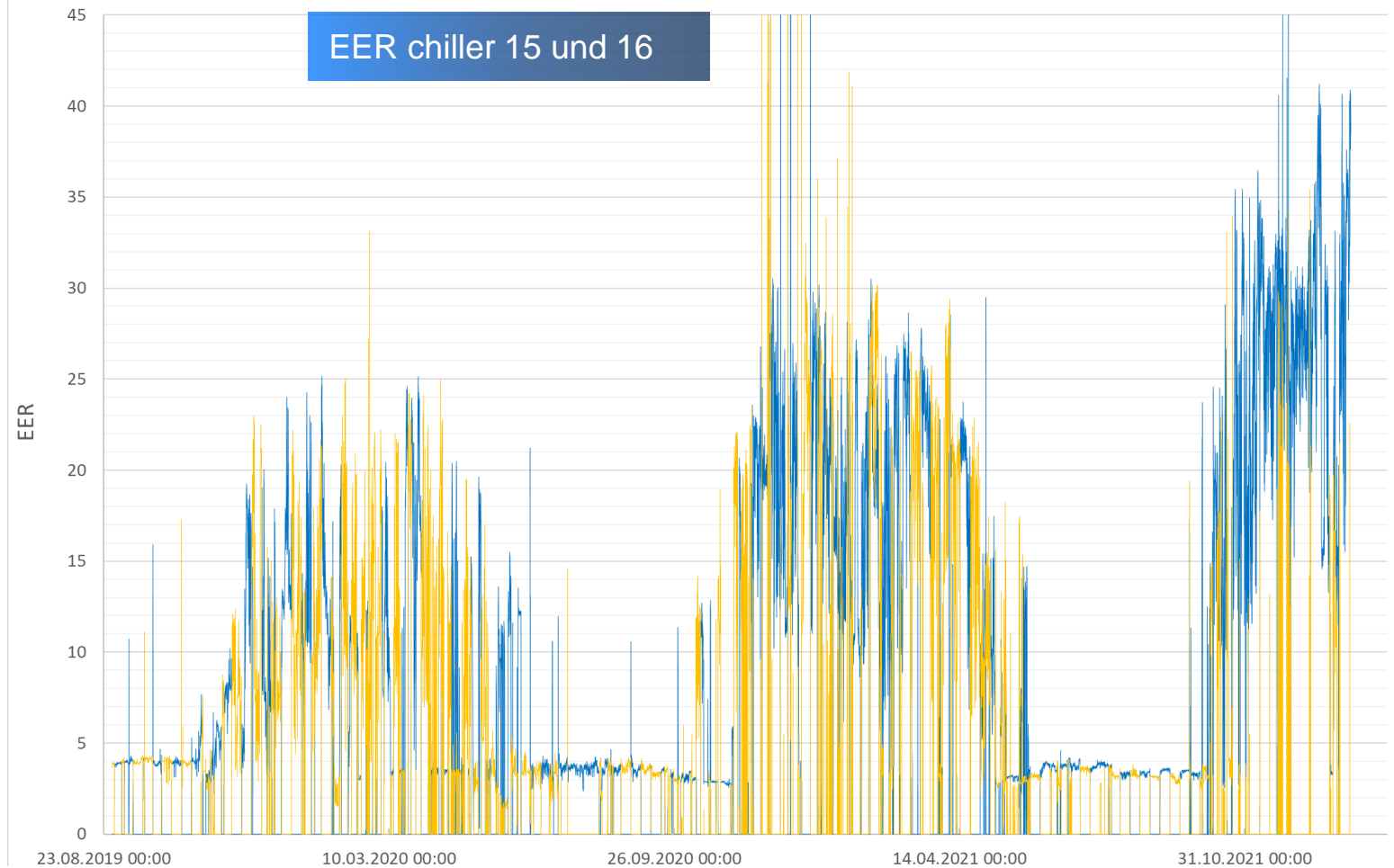


— EER — Outside air temperature — Wet bulb temperature

Steigerung der Energieeffizienz anhand von Messdaten (Warmwasser)

Umstellung auf glykolfreien Betrieb und Ausbau des Wärmetauschers für die freie Kühlung im Mai 2021

$$EER(i) = \frac{Q(i)}{P(i)}$$



— EER KM 16 — „EER KM 15“

Optimierung des PUE¹-Wertes

Energie-Effizienz am LRZ 2017-2022

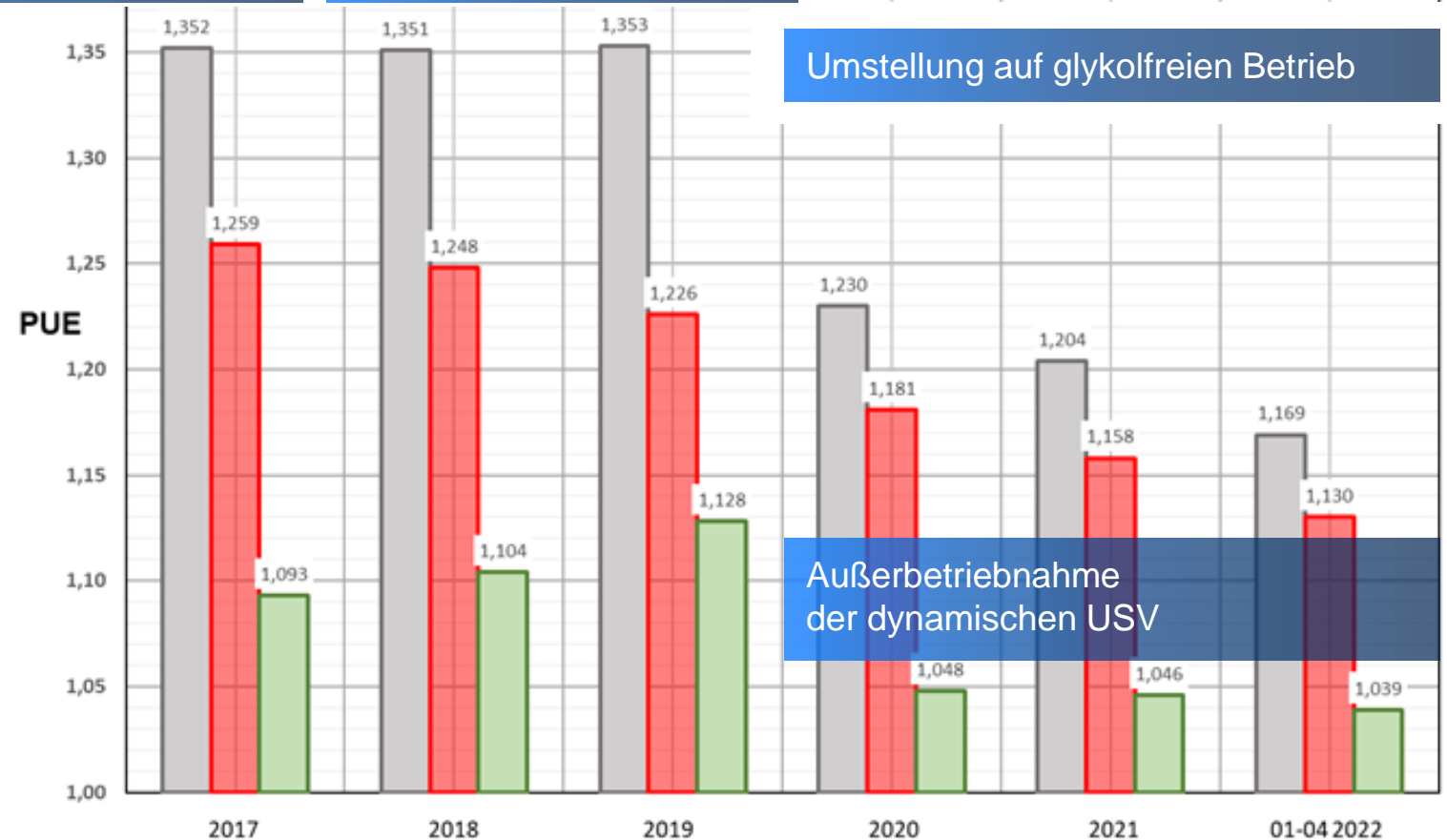
Ausbau von hydraulischen Weichen

Optimierung der Regelung

Umstellung auf glykolfreien Betrieb

Außerbetriebnahme
der dynamischen USV

$$\text{PUE} = \frac{\sum P(i)}{P(IT)}$$

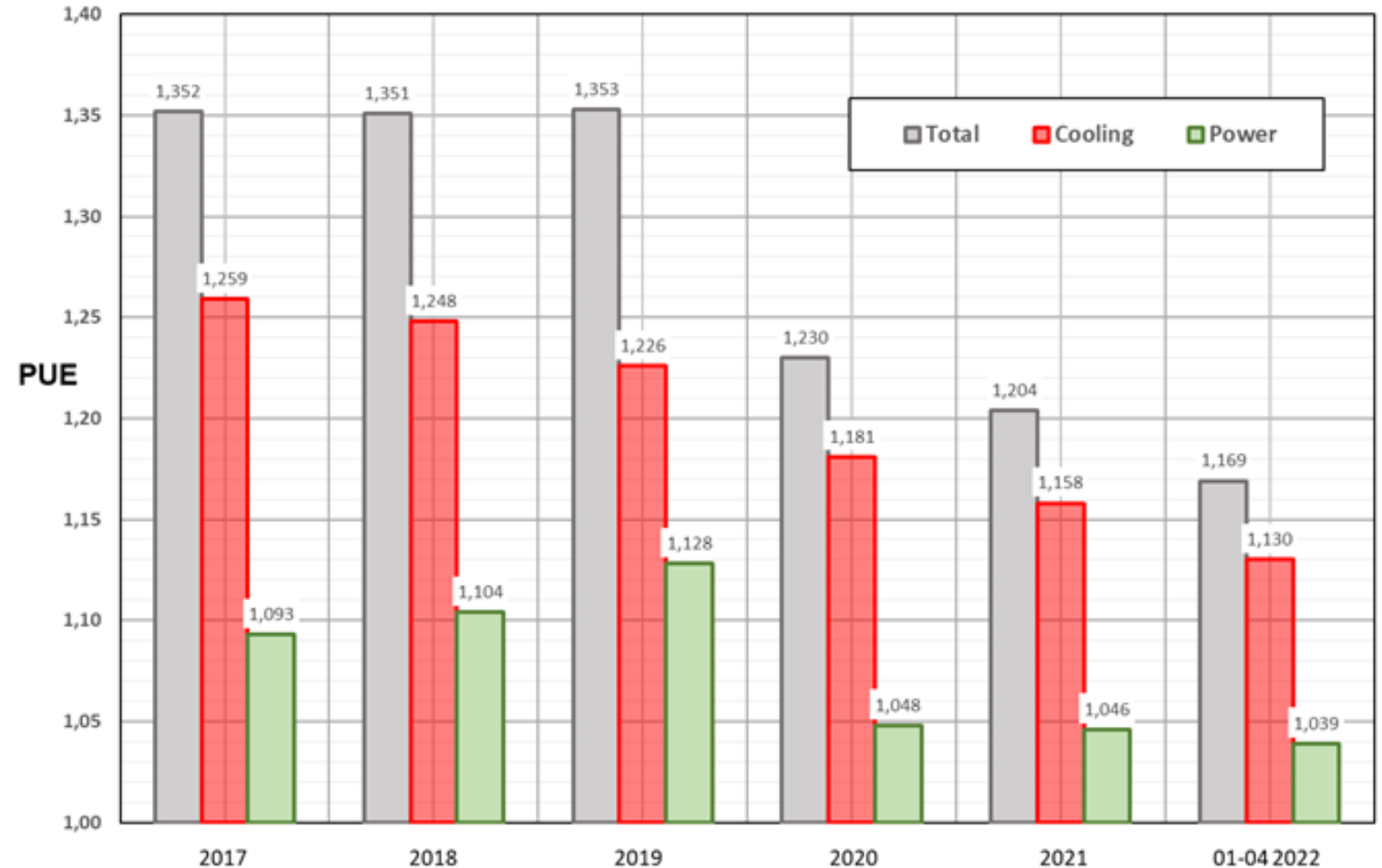


■ Total ■ Cooling ■ Power 1 Power Usage Effectiveness

Optimierung des PUE¹-Wertes

Energie-Effizienz am LRZ 2017-2022

Energieeffizienzgesetz:
Das LRZ erfüllt den PUE für
Bestandsrechenzentren von 1,3
bereits seit 2020
Die Vorgaben für neue
Rechenzentren wurden im ersten
Quartal 2022 ebenfalls erfüllt



■ Total ■ Cooling ■ Power 1 Power Usage Effectiveness

Deutscher Bundestag

20. Wahlperiode

Drucksache 20/7632

05.07.2023

Beschlussempfehlung und Bericht

des Ausschusses für Klimaschutz und Energie (25. Ausschuss)

zu dem Gesetzentwurf der Bundesregierung

– Drucksache 20/6872 –

**Entwurf eines Gesetzes zur Steigerung der Energieeffizienz und
zur Änderung des Energiedienstleistungsgesetzes**

Deutscher Bundestag

20. Wahlperiode

Drucksache 20/7632

05.07.2023

Besc
des Au

Das LRZ begrüßt die Initiative für das EnEffG, nicht zuletzt, weil wir bereits seit mehr als 10 Jahren unser Rechenzentrum zu 100% mit erneuerbaren Energien betreiben und Energieeffizienz als Ziel sowohl für unseren Betrieb als auch unsere Forschung sehen.

zu den
– Druc

Entwurf eines Gesetzes zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Änderung des Energiedienstleistungsgesetzes

Mitwirkung des LRZ am Energieeffizienzgesetz:

Das LRZ wurde im Rahmen des Gauss Centre for Supercomputing zum Entwurf des Energieeffizienzgesetzes befragt und hat insbesondere zu dem §11 Absatz 5 und 6 wie folgt Stellung genommen:

- Bei Magnetband-Speichersystemen würde die Vorgabe dazu führen, dass die Systeme an der Grenze oder sogar außerhalb der zulässigen technischen Spezifikation betrieben werden müssten. Darüber hinaus hängt die Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Magnetbändern sehr stark von der Temperatur ab. (Je wärmer desto schlechter). Die Umsetzung des Gesetzes würde dazu führen, dass Backups und Archivierungen auf Bändern, als den Speichermedien mit der höchsten Energieeffizienz, nicht mehr durchgeführt werden können oder ein unkalkulierbares Risiko des Datenverlusts entsteht.

- Jedes GCS-Zentrum versucht, soweit technisch möglich, Warmwasserkühlung einzusetzen. Es gibt aber immer noch Systeme, die mit Luftkühlung betrieben werden. Grundsätzlich erlaubt der Betriebsbereich der luftgekühlten Systeme die vorgegebenen Temperaturen. Leider führt die höhere Eingangstemperatur aber zu einem erhöhten Energiebedarf der Kühlung auf dem Prozessorboard. Die Gesamtbilanz ist negativ. Die Ventilatoren im Rack verbrauchen mehr Energie, als die Anhebung der Kühllufttemperatur einspart. Damit verbessert sich die Energieverbrauchseffektivität (§ 3 Nr. 15) trotz insgesamt steigendem Gesamtenergieverbrauch. Dies kann nicht intendiert sein.
- § 11 Absatz 5 und 6 sind im finalen Gesetz entfallen

Das LRZ wurde im Rahmen des Gauss Centre for Supercomputing zum Entwurf des Energieeffizienzgesetzes befragt und hat insbesondere zu dem §15 Absatz 1 wie folgt Stellung genommen:

- Die Zuordnung der Energieverbräuche zu einzelnen Kunden ist für die aktuellen Systeme extrem aufwendig und heute noch nicht realisierbar. Die Virtualisierung, modulare Architekturen und auch föderierte Datenhaltung zwischen verschiedenen Rechenzentren würden eine übergreifende einheitliche Datenerfassung jeder benutzten Komponente erfordern. Es müsste für jeden Rechenlauf unserer „Kunden“ der Stromverbrauch individuell erfasst werden. Die notwendige Sensorik und Auswertesoftware sind nicht vorhanden: Die Umsetzung würde erhebliche Investitionen erfordern.

→ § 15 Absatz 1 sind im finalen Gesetz wie folgt angepasst:

Bieten Betreiber von Rechenzentren Dienstleistungen für Dritte (Kunden) an, so sind die Betreiber ab dem 1. Januar 2024 dazu verpflichtet, **die direkt** den Kunden **zuzuordnenden Energieverbräuche pro Jahr gegenüber diesen Kunden** darzustellen.

Pascal Weibl
Leibniz-Rechenzentrum
Weibel@lrz.de



Energieeffizienz am LRZ
Infrastruktur für
höchste Ansprüche