

Die digitale Infrastruktur der Schweiz Energieeffizienz in Rechenzentren

Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE
Prof. Adrian Altenburger
Instituts- und Studiengangleitung

adrian.altenburger@hslu.ch

Winterthur, 12. November 2020

28. Energie-Lunch – Online (Webex)



Bild: Thorsten Hübner

AGENDA

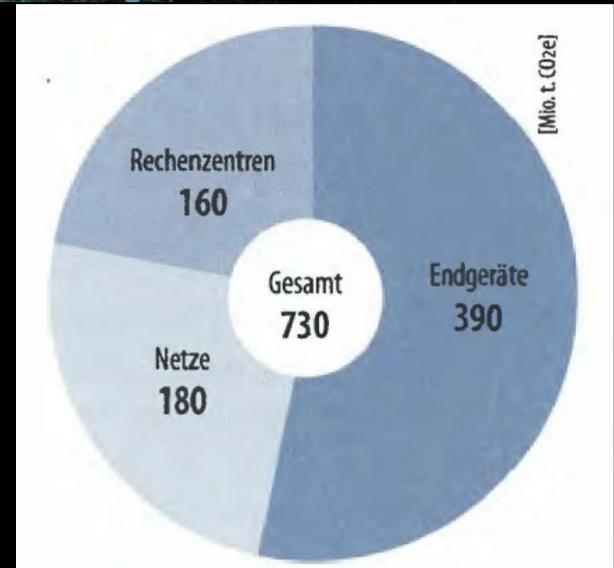
- *Ausgangslage und Relevanz – Global und in der Schweiz*
- *Prozessanalyse und Energieeffizienz - IT und Infrastruktur*
- *Aktuelle BFE-Studie 2020 – Erste Ergebnisse und Effizienzpotenziale*
- *Neues CH-Label für Data Center Efficiency – Energie und Klimaschutz*



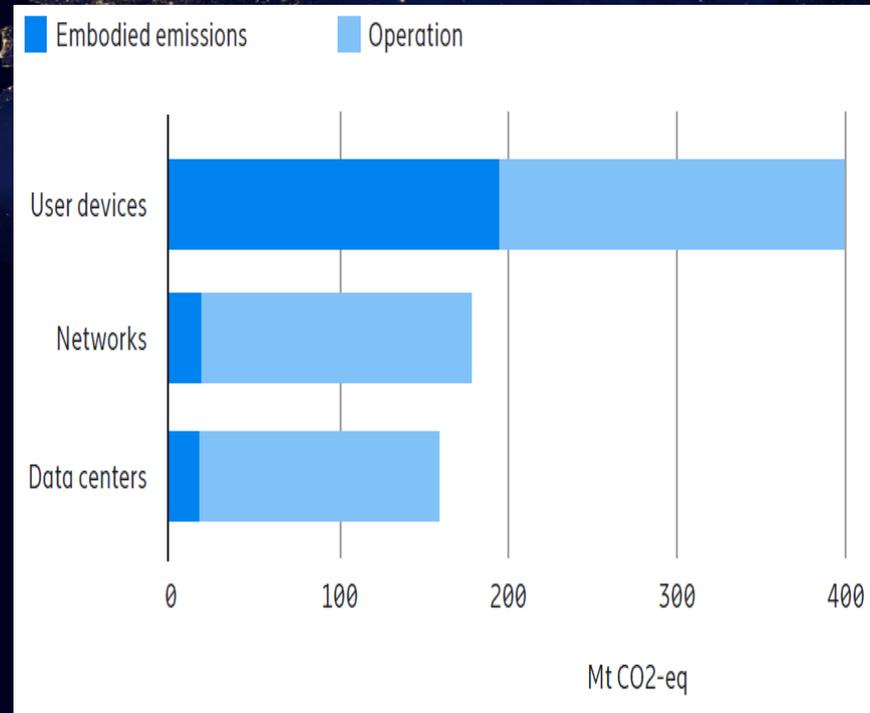
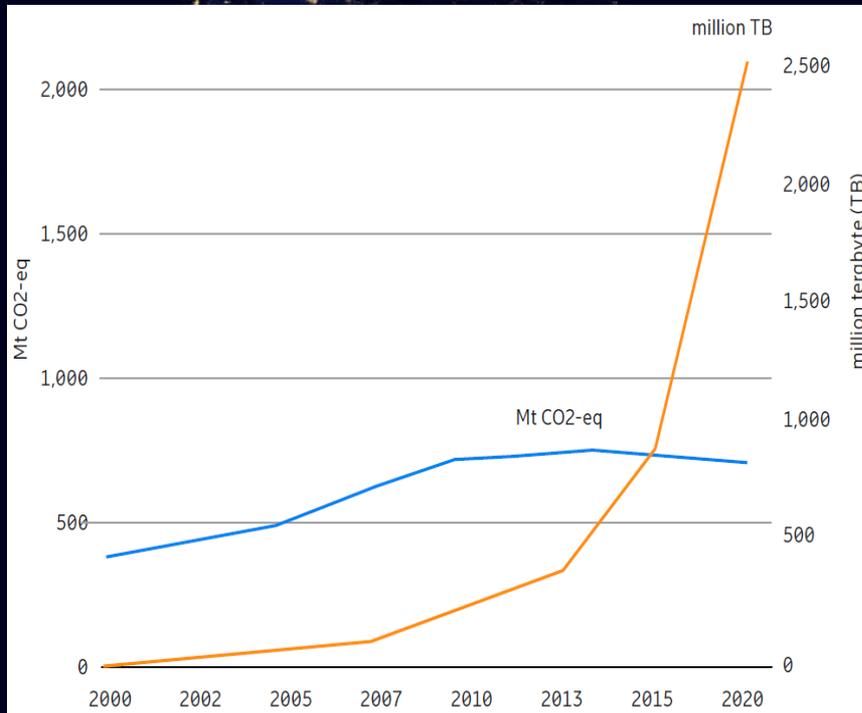
Ausgangslage und Relevanz - Global

Das World Economic Forum prognostiziert, dass 10% der Wertschöpfung künftig über Blockchain abgewickelt wird.

CO₂-Emissionen = Flugverkehr



Ausgangslage und Relevanz - Global



Quelle: Malmodin & Lunden 2018 / Ericsson 2019

Ausgangslage und Relevanz – Data Center Schweiz

Attractiveness of Data Center Locations Worldwide

Data Center Risk Index 2016

| Country | Rank |
|--|------|
|  Iceland | 1 |
|  Norway | 2 |
|  Switzerland | 3 |
|  Finland | 4 |
|  Sweden | 5 |
|  Canada | 6 |
|  Singapore | 7 |
|  South Korea | 8 |
|  United Kingdom | 9 |
|  USA | 10 |

Source: Cushman & Wakefield, Data Centre Risk Report 2016

Quality of the Power Supply

Energy Architecture Performance Index, 2018

| Country | Rank |
|---|------|
|  Switzerland | 1 |
|  Norway | 2 |
|  Sweden | 3 |
|  Denmark | 4 |
|  France | 5 |
|  Austria | 6 |
|  Spain | 7 |
|  Colombia | 8 |
|  New Zealand | 9 |
|  Uruguay | 10 |

Source: WEF, 2017

KEY FIGURES



73
data centers, also called colocations, used by several organizations at the same time



5th
place - Countries with the largest number of data centers



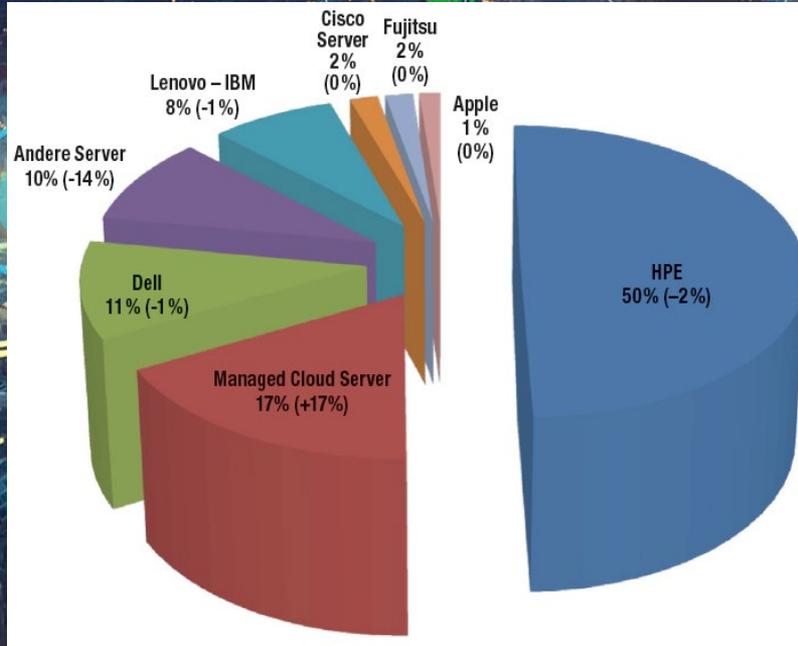
21.7
Mbps average home internet speed



1st
place - Broadband connections per person (of 148 countries)

Sources: BFS; datacentermap, 2018

Ausgangslage und Relevanz – Data Center Schweiz



| Entwicklung im Data Center | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Anzahl Firmen mit Angaben zu Anzahl Server an Ort | 10'101 | 9'969 | 10'145 | 10'275 |
| Anzahl Server | 102'310 | 105'303 | 110'543 | 114'431 |
| Durchschnittliche Anzahl Server | 10.1 | 10.6 | 10.9 | 11.1 |
| Firmen welche Server Virtualisierung einsetzen | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 |
| Durchschnittliche Anzahl Server | 11.6 | 11.8 | 16.4 | 19.7 |
| Durchschnittliche Anzahl Virtual Machines | 42.8 | 40.3 | 38.6 | 33.7 |
| Verhältnis Virtuelle Machines zu physischen Servern | 3.7 | 3.4 | 2.4 | 1.7 |

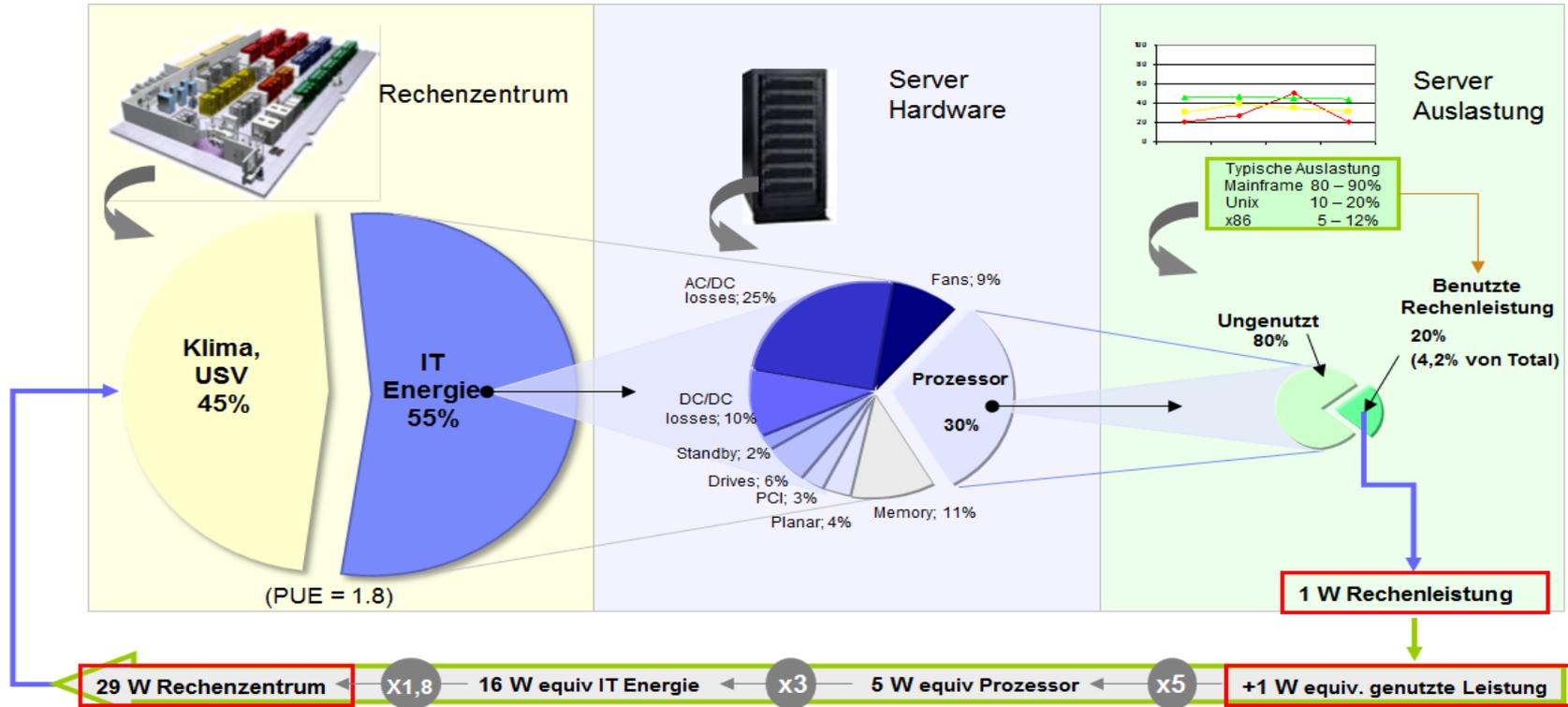
Quelle: Profondia 2019 (Umfange bei ca. 13'000 Unternehmen)

Ausgangslage und Relevanz – Data Center Schweiz

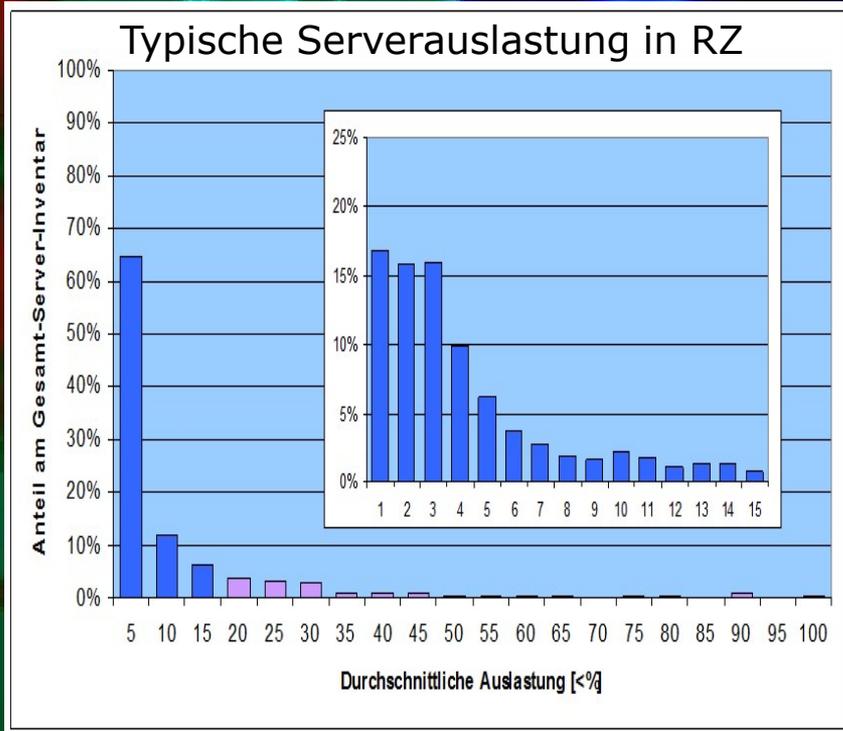
Die Energiestrategie 2050 hat auch für Rechenzentren zwei massgebende Pfeiler:

- Erneuerbare Energien
- Energieeffizienz

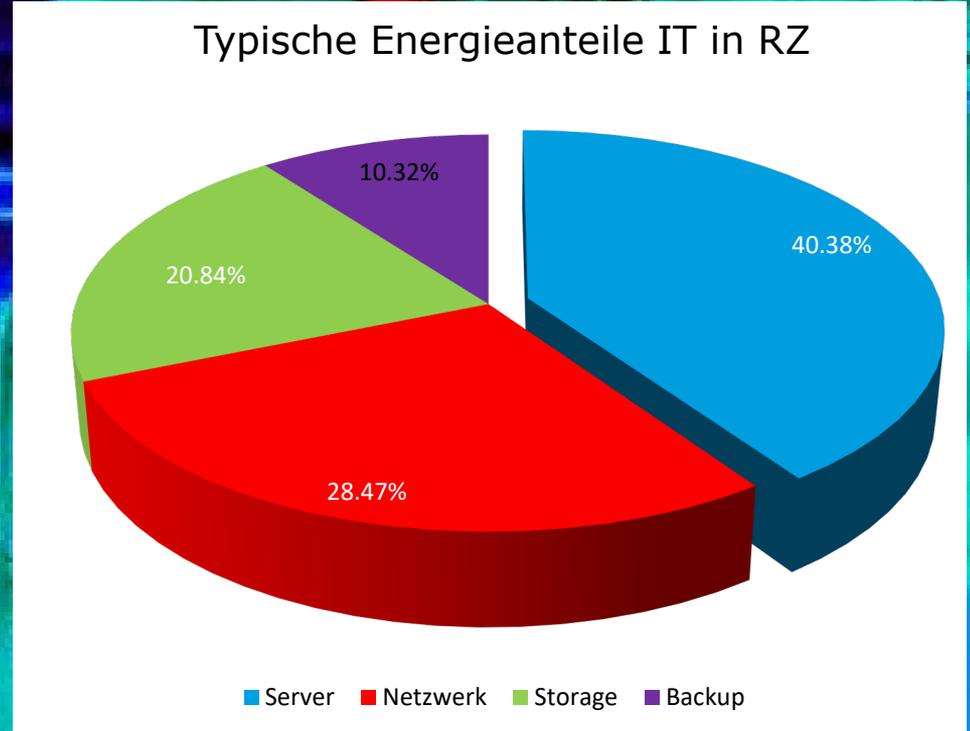
Prozess - Typischer Energiefluss in Rechenzentren – 96% Verluste



Energieeffizienz IT – Fokus Virtualisierung (Serverauslastung)

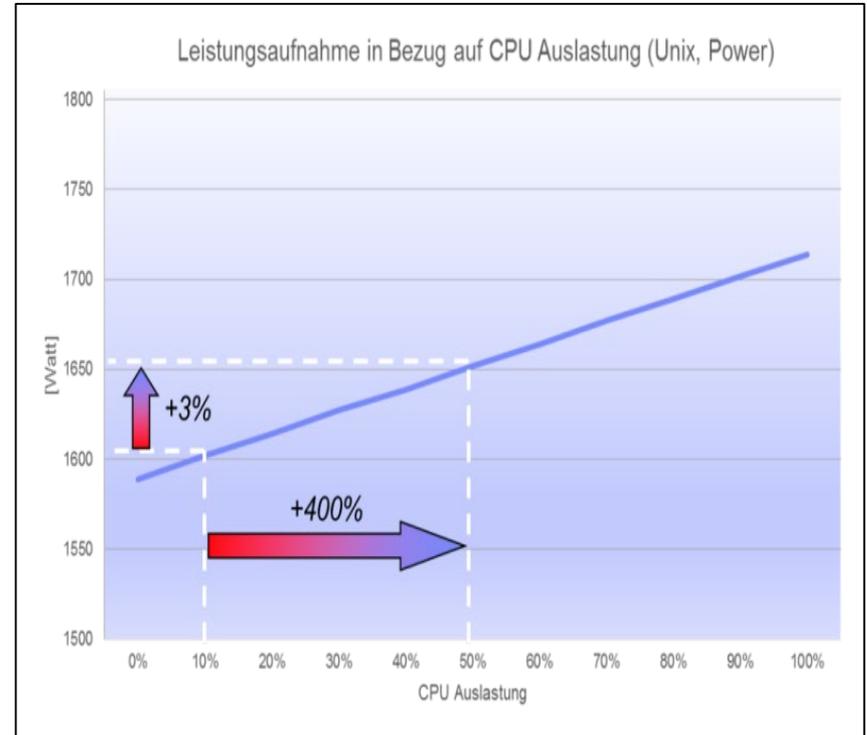
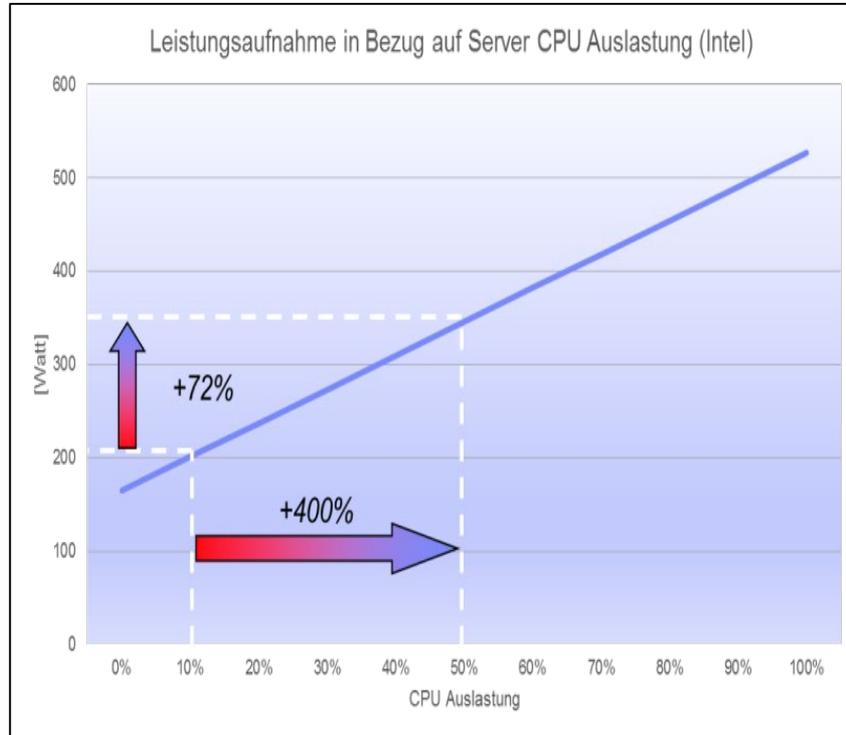


Quelle: BFE Studie 2015 / IBM



Quelle: BFE Studie 2015 / In&Out

Energieeffizienz IT – Virtualisierung (Leistungsaufnahme Server)



Quelle: BFE Studie 2015 / IBM

Energieeffizienz IT – Virtualisierung (Lebenszykluskostenvergleich)

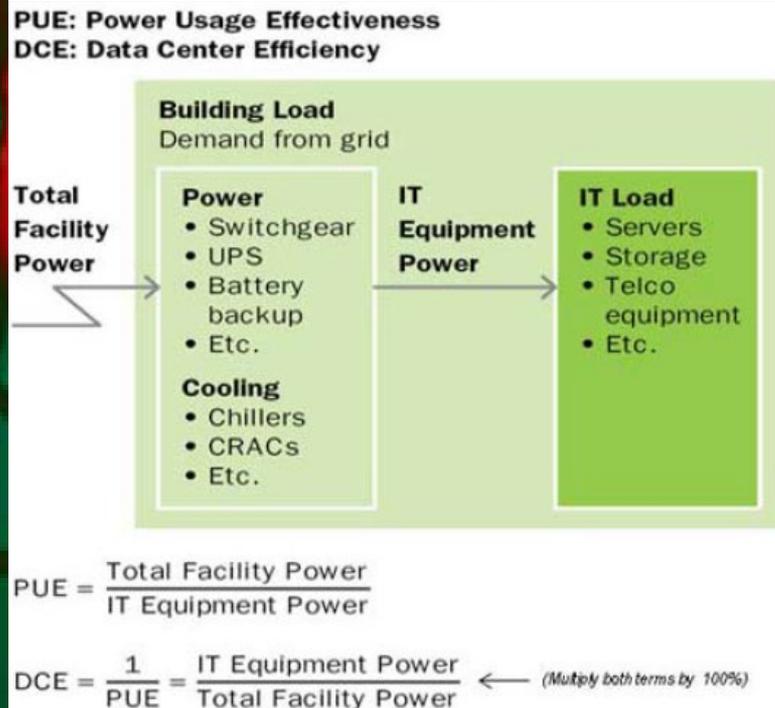
| Zweck | Virt./Konsol. IBM P7+ [CHF] | Konventionell x86 Intel [CHF] |
|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Hardware inkl.3 Jahre Wartung | 1'270'428 | 315'617 |
| Software inkl.3 Jahre Wartung | 1'809'571 | 4'454'937 |
| Stromkosten 3 Jahre | 45'515 | 73'604 |
| LAN/SAN 3 Jahre | 24'000 | 174'000 |
| Personalkosten 3 Jahre | 660'000 | 1'320'000 |
| SUMME | 3'809'515 | 6'338'158 |
| Relativ zu IBM P7+ | | +66% |

| Rechenzentrum | Server zuvor | Server virtualisiert | Reduktion der Netzwerkanschlüsse | Server Energie-reduktion |
|---------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------------|--------------------------|
| Bank D | 61 Server 345.6 kW | 1 Server 14.7 kW | 93% | 96% |
| Bank CH | 157 Server 332 kW | 2 Server 45.4 kW | 89% | 86% |
| Detailhandel | 250 Server 150 kW | 2 Server 22.6 kW | 95% | 85% |
| Bank USA | 45 Server | 1 Server | 92% | 75% |
| Versicherung | 4 Server | 1 Server | 50% | 60% |

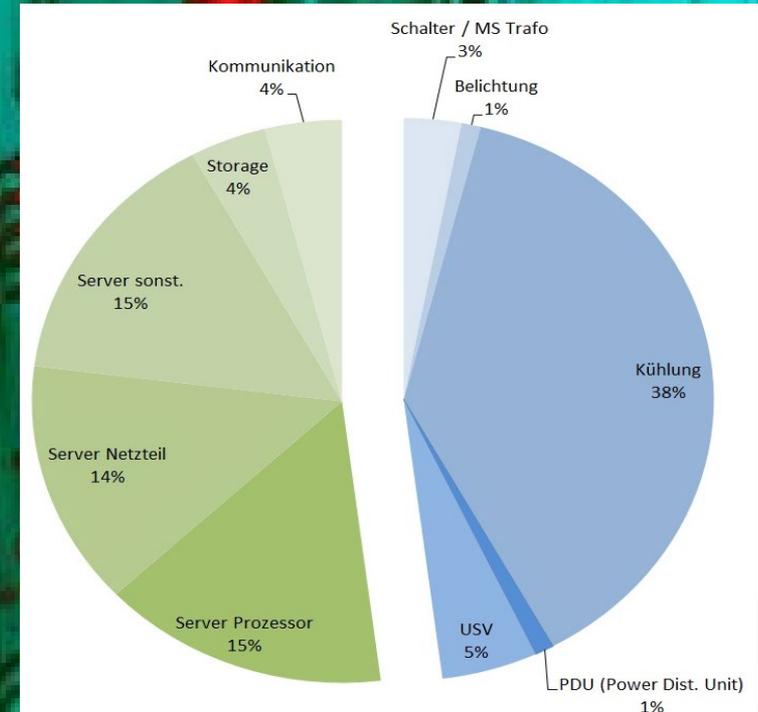
Quelle: BFE Studie 2015, Kostenvergleich Virt. vs Konv., TCO 3 Jahre

Vergleich der Energieeinsparung durch virtualisierte Servern (Quelle: IBM)

Energieeffizienz Infrastruktur – Power Usage Effectiveness (PUE) mit Fokus Kühlung



Quelle: RMI DataCenter Charrette 2003, San Jose, CA / USA



Quelle: Emerson Network Power, 2013

ASHRAE Standard setzt Voraussetzungen

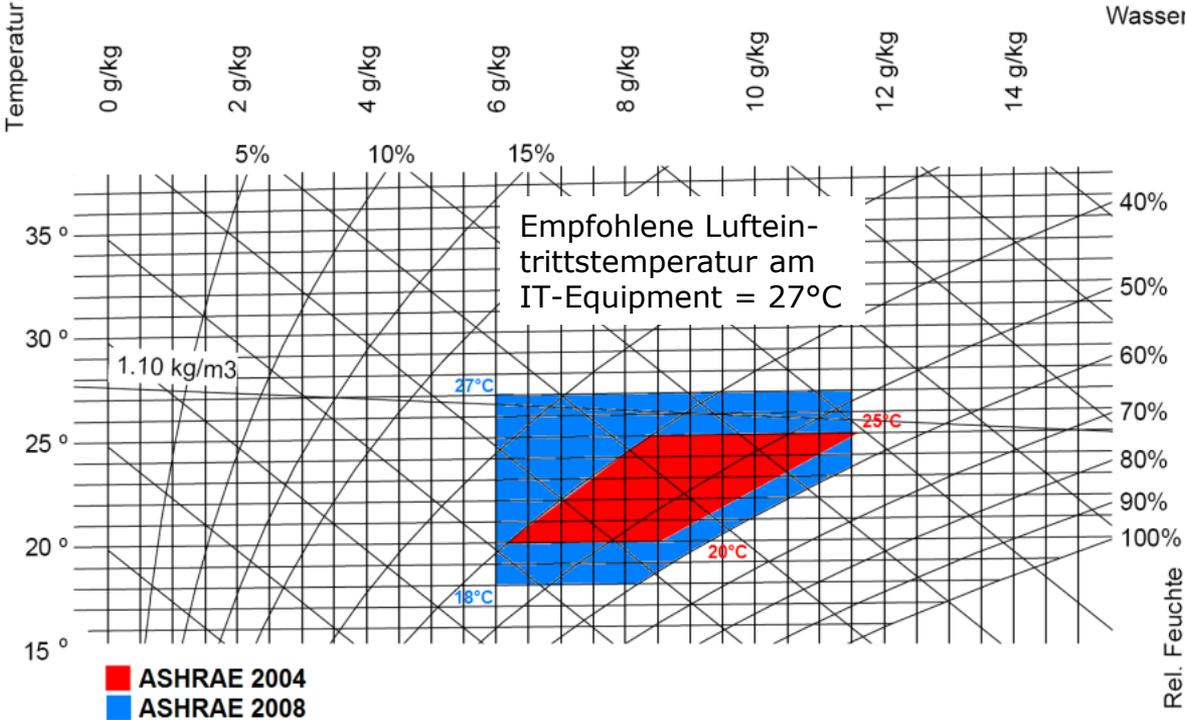
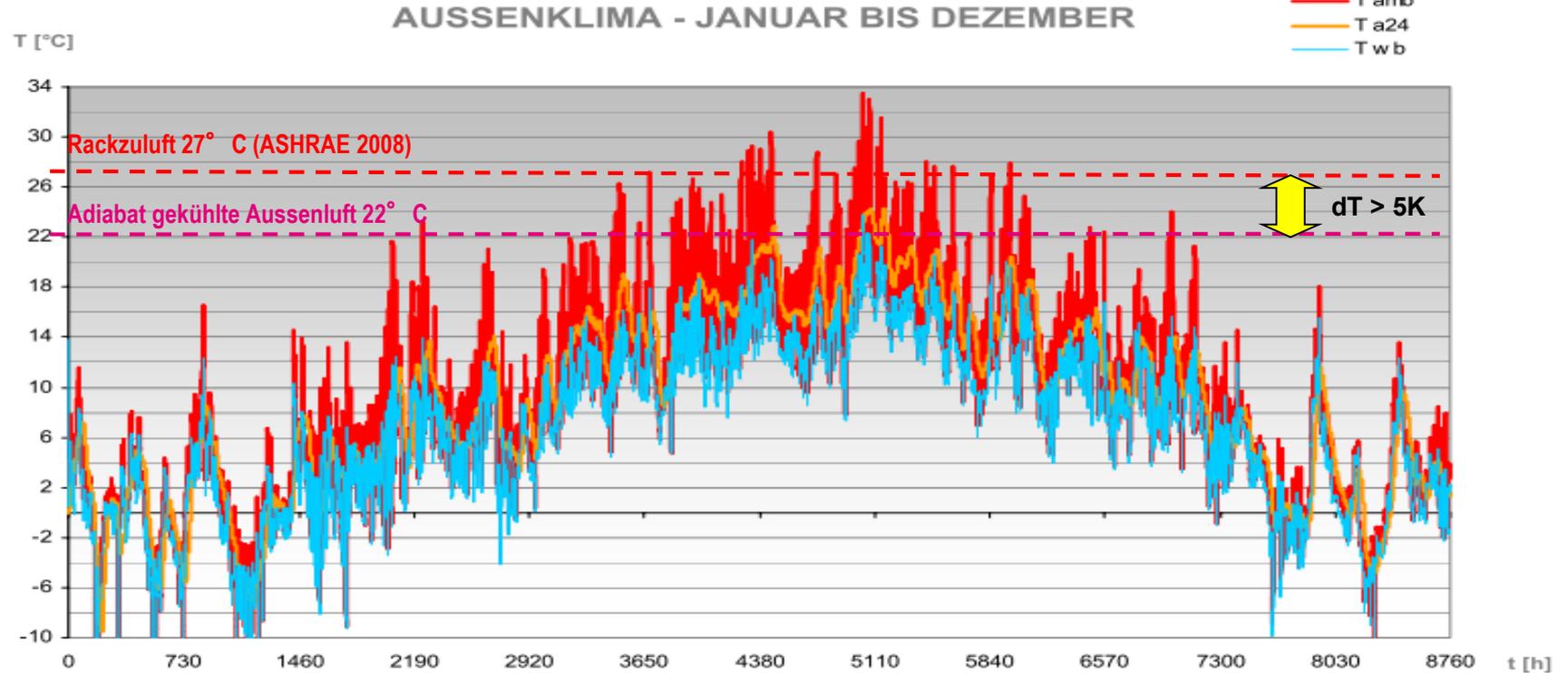


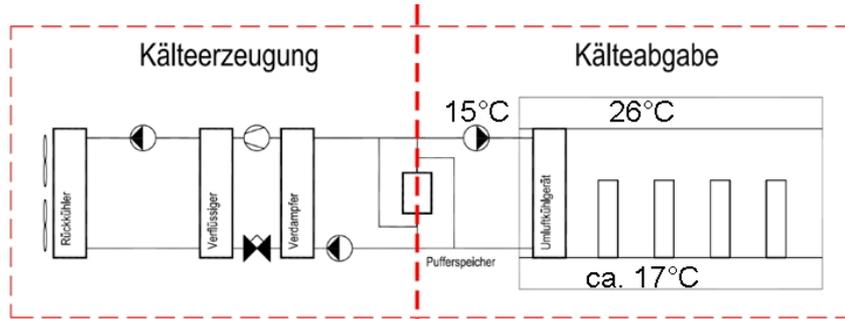
Bild: RMI DataCenter Charrette 2003, USA

Klimatische Rahmenbedingungen Schweiz

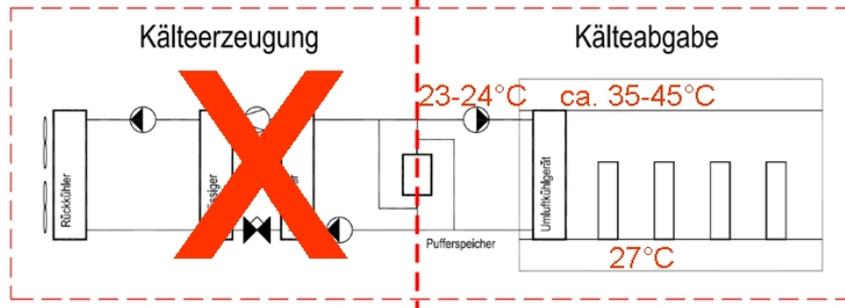


Thermodynamische Folgerung – 100% Freecooling / Einhausung

Konventionell



Empfehlung



Data Center Schweiz

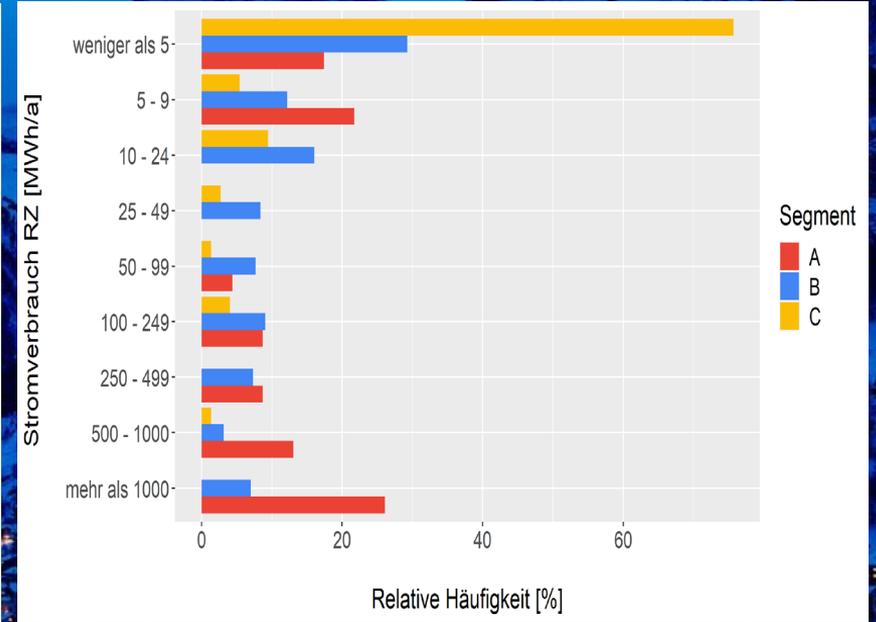
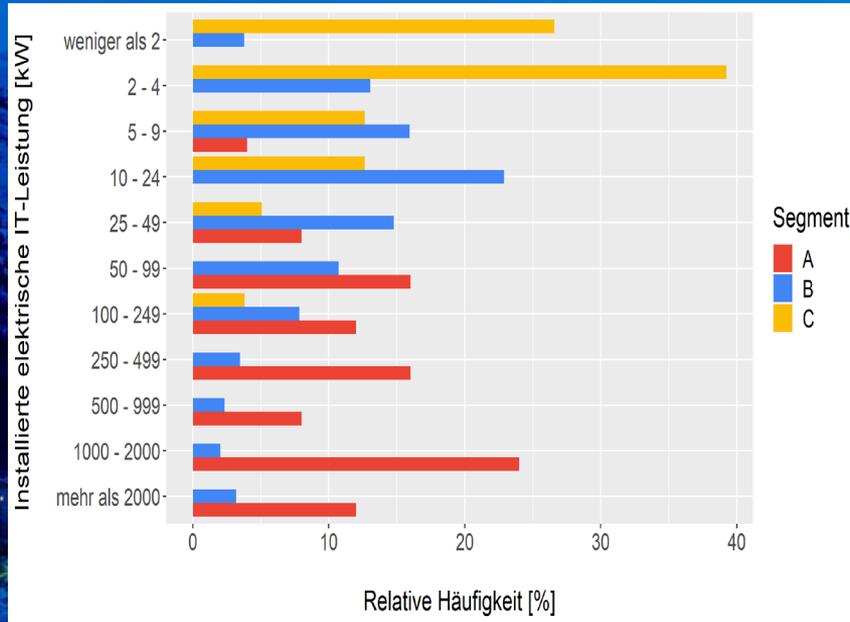
Situierung aktuelle BFE-Studie (2020)

| Segment und Beschreibung (Angefragt / Rücklaufquote) | Segmentierung |
|---|--|
| A: RZ-Dienstleister (57 / 39%) | Marktübersicht RZ (Netzmedien (2017)) ergänzt mit Anbietern aus Profondia DB (Profondia AG (2020)). |
| B: Betreiber von firmeninternen RZ/SR oder Endanwender (2156 / 22%) | Firmen in der Schweiz mit 10 oder mehr physischen Servern oder 35 oder mehr effektiven Servern aus der Profondia DB oder 3000 oder mehr Mitarbeiter. |
| C: KMU – Endanwender im Kanton LU (550 / 33%) | KMU – Endanwender im Kanton LU aus der Profondia DB mit mehr als 30 Mitarbeitenden. |

Quelle BFE/TEP/HSLU Studie 2020 (noch nicht publiziert)

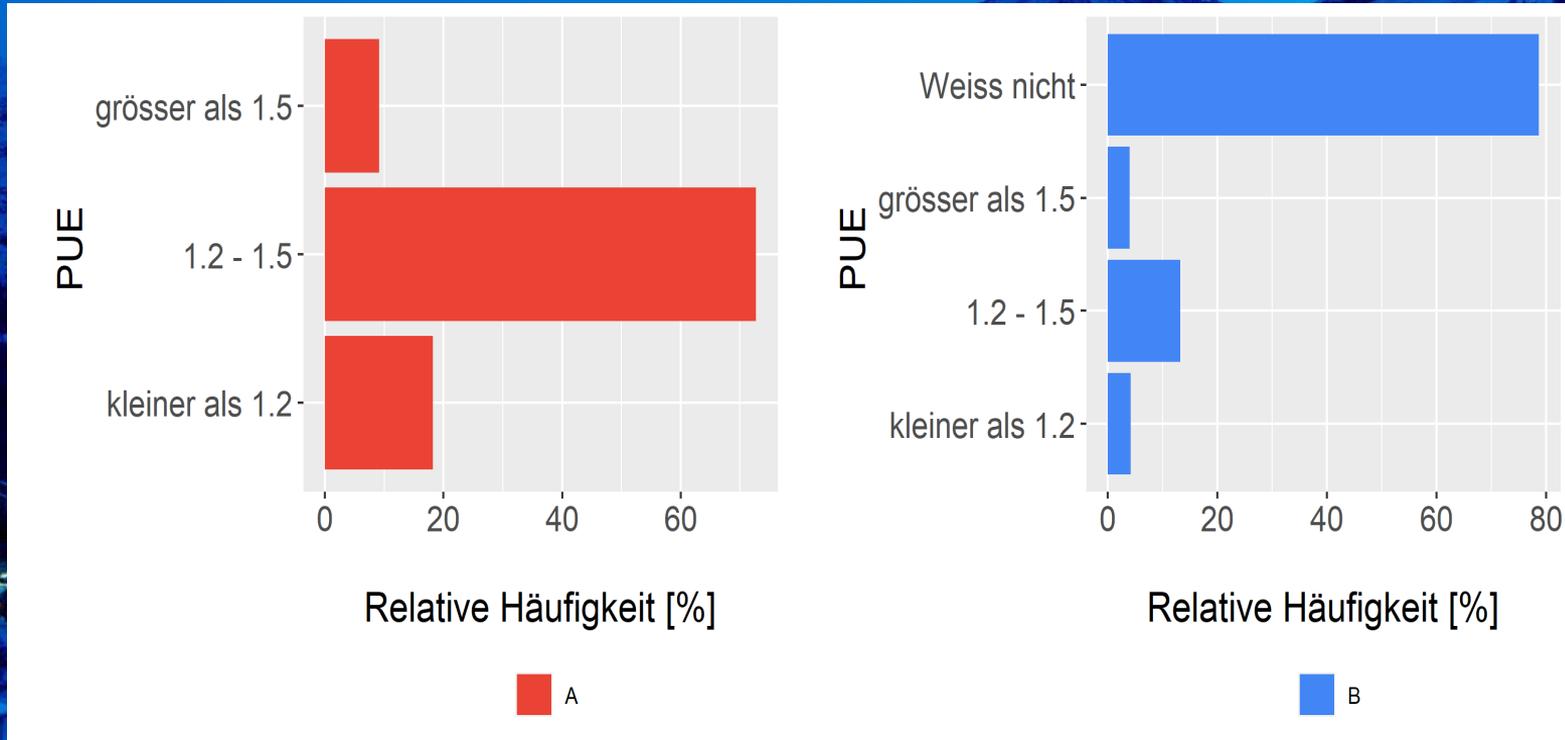
Data Center Schweiz

Ergebnisse aktuelle BFE-Studie (2020)



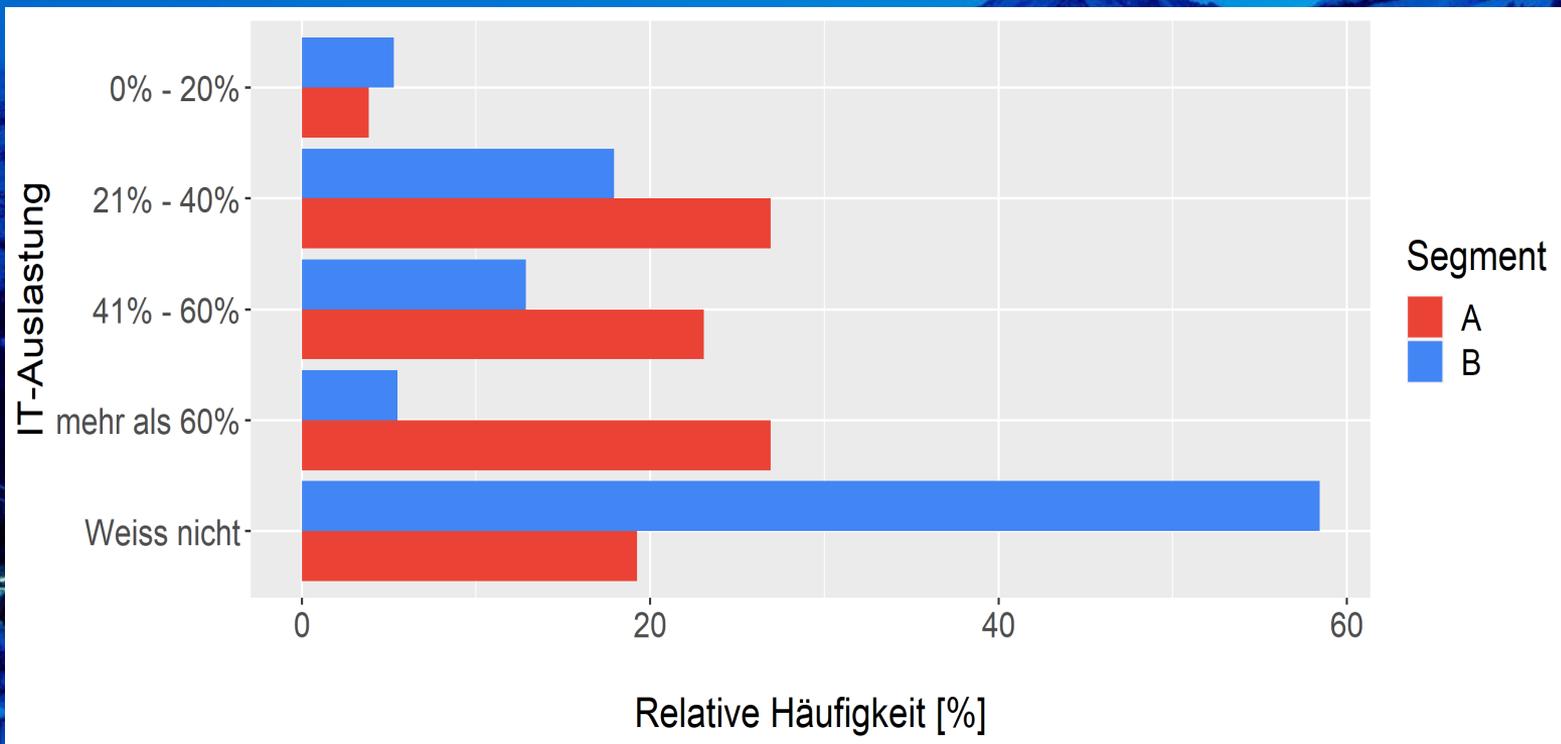
Data Center Schweiz

Ergebnisse aktuelle BFE-Studie (2020)



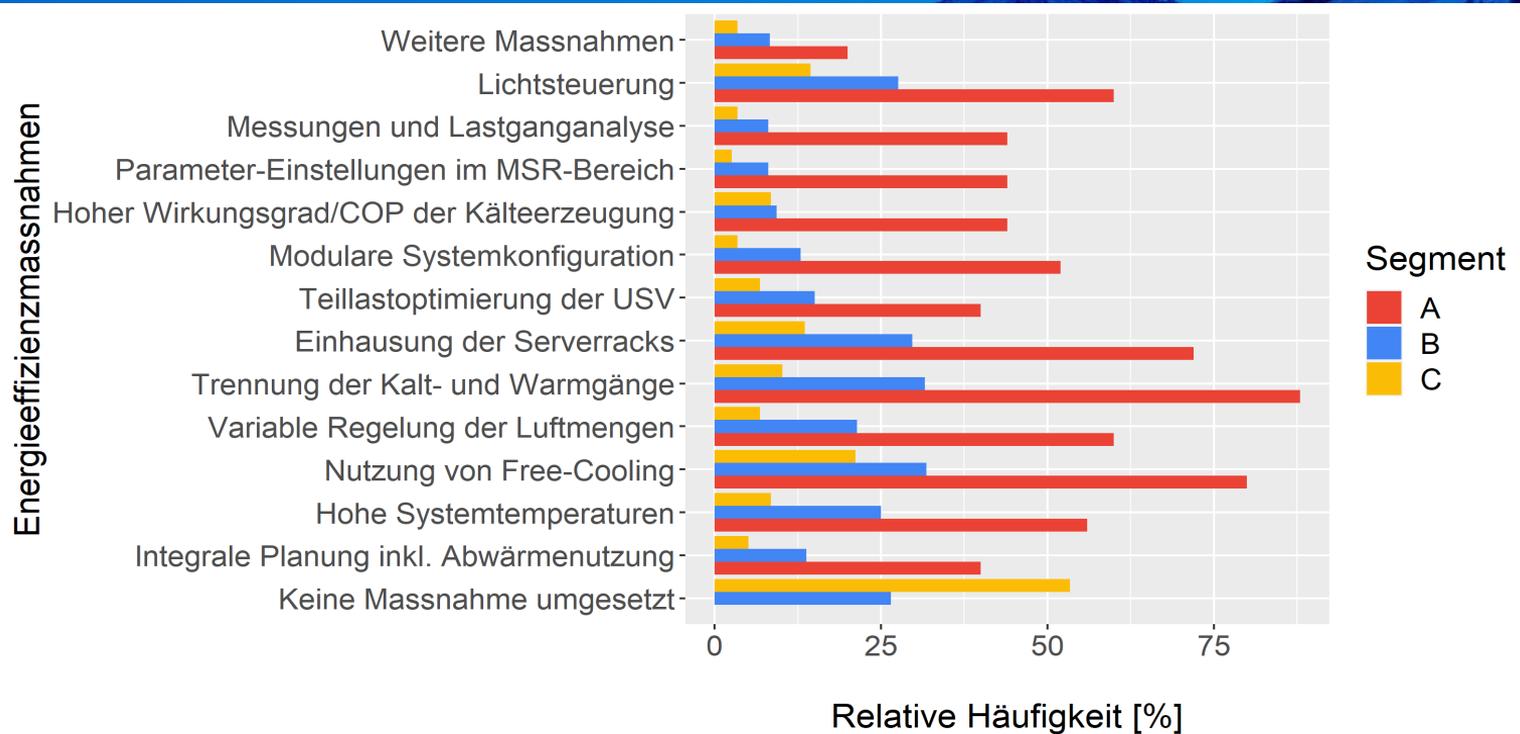
Data Center Schweiz

Ergebnisse aktuelle BFE-Studie (2020)



Data Center Schweiz

Ergebnisse aktuelle BFE-Studie (2020)



Data Center Schweiz

Ergebnisse aktuelle BFE-Studie (2020)

- RZ-Stromverbrauch CH: 1.8 TWh/a
- Anteil CH-Stromverbrauch: 3.14%
- Effizienzpotenzial IT: 35%
- Effizienzpotenzial Infra: 15%

Referenz Umbau HSLU Enterprise Lab Horw – 100% Freecooling (PUE = 1.09)

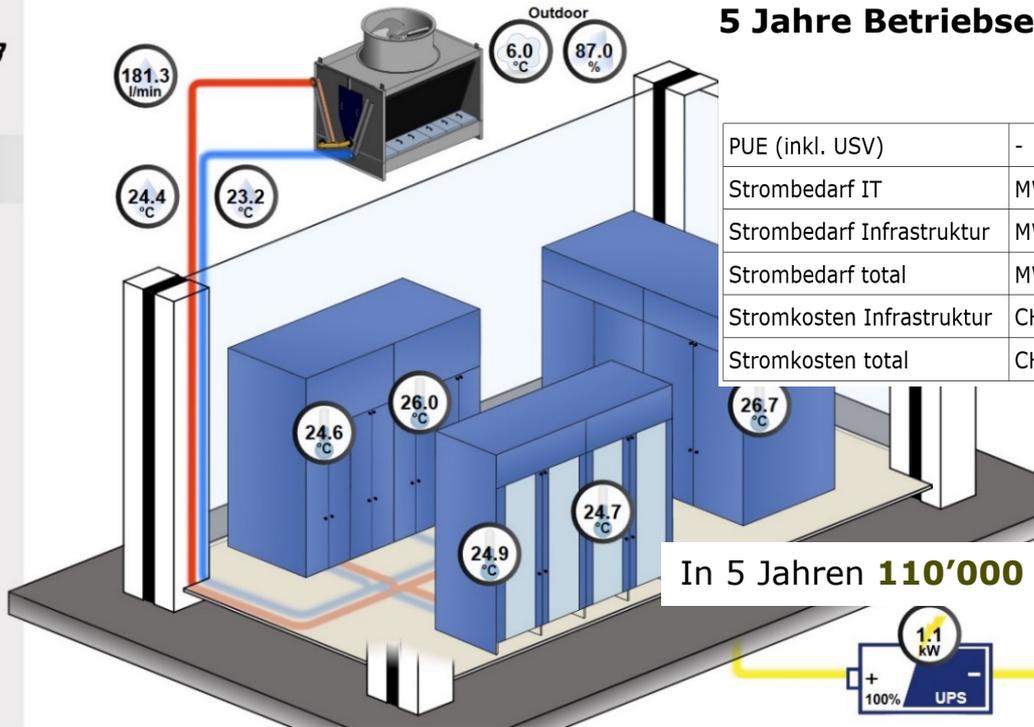


systems are up and running



- room/ambient temperature
- humidity
- water temperature
- rack temperature (cold aisle)
- UPS power loss

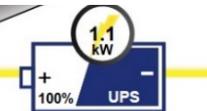
powered by
HOCHSCHULE LUZERN **IBM**



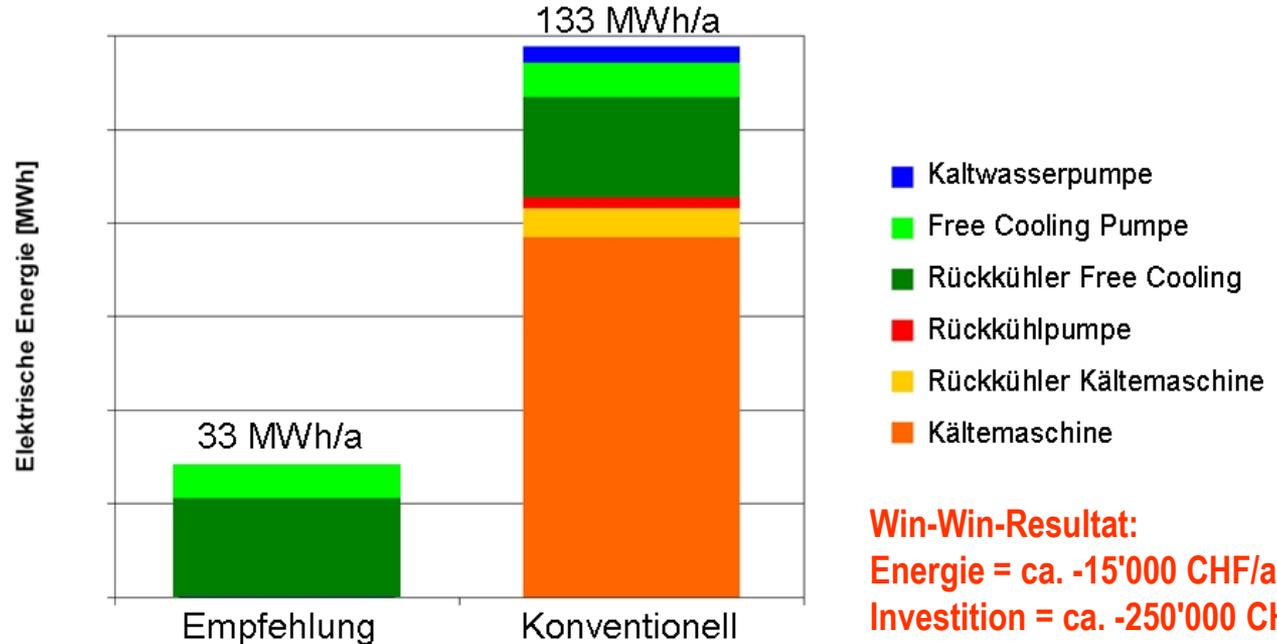
5 Jahre Betriebserfahrung und Monitoring:

| | | Ohne Umbau | Umbau auf FC-System | Einsparung | |
|---------------------------|-----|------------|---------------------|----------------|------------|
| PUE (inkl. USV) | - | 1.68 | 1.09 | - | - |
| Strombedarf IT | MWh | 1'256 | 1'256 | - | - |
| Strombedarf Infrastruktur | MWh | 854 | 118 | 736 | 86% |
| Strombedarf total | MWh | 2'110 | 1'374 | - | - |
| Stromkosten Infrastruktur | CHF | 128'100 | 17'700 | 110'400 | 86% |
| Stromkosten total | CHF | 316'500 | 206'100 | 110'400 | 35% |

In 5 Jahren **110'000 CHF Stromkosten eingespart.**



Referenz Neubau ÖKK Hauptsitz Landquart – 100% Freecooling (PUE < 1.2), TABS-Heizung



Win-Win-Resultat:
Energie = ca. -15'000 CHF/a*
Investition = ca. -250'000 CHF
* mit 15 Rp./kWh

PUE < 1.2
Anteil Eek = 4%

PUE < 1.3
Anteil Eek = 14%

Referenz ETH Lugano CSDS – 100% Seewasserkühlung & Abwärmenutzung Gemeinde (WP)



Vergleich zw. Traditioneller- und Seewasserkühlung

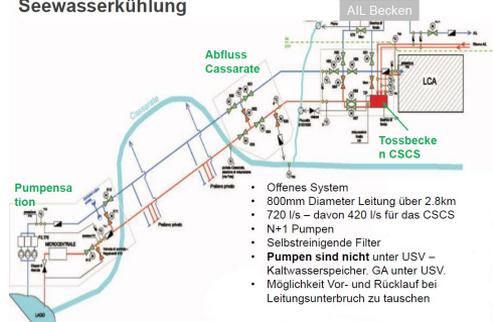
Max ELE Kapazität (IT) : 20 MW – durchschnittlicher PUE 1.18 (07.11.2017)

Nötige Kühlleistung:

- Tieftemperaturnetz 14 MW
- Mitteltemperaturnetz 7 MW

Stromkosten: ~0,15 CHF/Kwh

Seewasserkühlung



| Vergleich für 20MW | Seewasserkühlsystem | Kühlsystem mit Chiller |
|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Investitionskosten | 17 MCHF | 7 MCHF (geschätzt) |
| Stromverbrauch Kühlung | 496kW | 3405 KW |
| COP für ganzes Kühlsystem | 40.3 | 5.87 (COP Chiller 6.5*) |
| Unterhaltskosten (jährlich) | ~30KCHF | 200KCHF (geschätzt) |
| Renovation (15 Jahre) | 5% der Erstinvestitionskosten | 80% der Erstinvestitionskosten |
| Jährliche Stromrechnung | 609 KCHF | 3300 KCHF |

Quelle: CSDS / ETH, November 2017

Weitere Potenziale – Tauchsiedekühlung mit direkter Abwärmenutzung (PUE = 1.08)

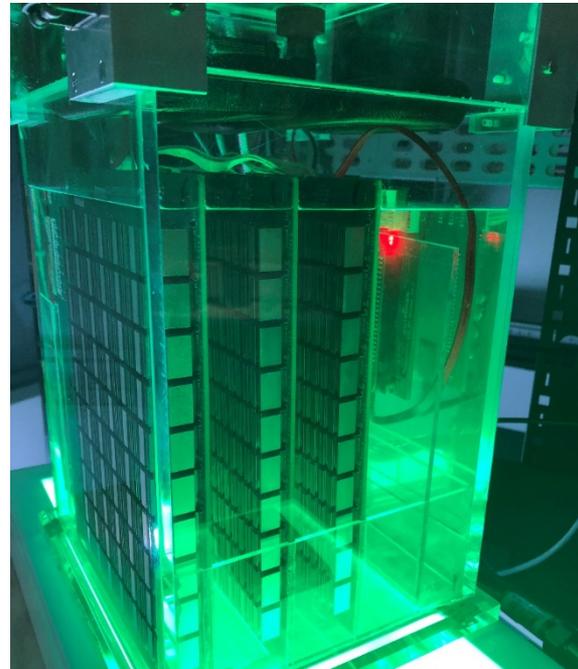
3M Science.
Applied to Life.™

Autorisierter HPC-Partner
EXTOLL
latency matters



**Hocheffektives
Kühlen von High-
Performance Computern
und Servern**

mit 3M™ Novec™ High-Tech Flüssigkeit



IT-Komponenten in Flüssigkeit mit 61°C Siedetemperatur
Bilder HSLU Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE, RZ Lab 3M Attinghausen (2018)

Effizienz- und Klimaschutzlabel für Rechenzentren

Prognose

Bei dem derzeitigen Wachstumstempo werden die Schweizer Rechenzentren in weniger als 15 Jahren mehr als 40% des Schweizer Stroms verbrauchen *



Zielsetzung

Schweiz - nachhaltiger Standort für RZ
Energieverbrauch - Wachstumsbegrenzung
Daten - klimaneutrale Prozesse

* Gartner-Studie für die Schweiz

Partner



Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie
OFEN



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur

Hewlett Packard
Enterprise



VIGISWISS
CENTRE SWISS DATA ASSOCIATION

Kriterien

- Energieeffizienz (IT und Infrastruktur RZ)
- Klimaschutz – Reduktion der CO₂-Emissionen

Entwicklung bisher



Neue Methode zur Messung der Energieeffizienz (inkl. IT)

7 Pilotprojekte erfolgreich abgeschlossen - >70% Energieeffizienzsteigerung

Trägerschaft: SADCE (ASUT, EPFL, HSLU, Vigiswiss) - unterstützt vom BFE

Politische Sichtbarkeit und Annahme Genf, französischsprachige Schweiz (CRDE)

Label



Nächste Schritte

Ziel: Ende 2020

Zertifizierungsprozess definiert

Erhöhen der Anzahl Pilotprojekte

Festlegung der operativen Struktur des Vereins (Steuerung, Betrieb, Zertifizierung usw.)

Ausdehnung der Adoption auf alle Kantone

Entwicklung des Business Case zur Finanzierung der Aktivitäten rund um das Label (z. B. Kantone, BFE oder SADCE)

Fazit

- CH-Rechenzentren – «Best in Class» aber immer noch Energieeffizienzpotenziale von ca. 50%
- Rechenzentren als System – disziplinäre Exzellenz und interdisziplinäres Verständnis notwendig
- Label als Motivation für gesamtheitliche Effizienz und Nachhaltigkeit (evtl. regulative Wirkung)



www.hslu.ch/ige

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE
LUZERN**

Technik & Architektur

Foto: ETH Zürich – Studio Monte Rosa/Tonatiuh Ambrosetti