

# Seminar Green IT

Gebäudetechnik in Rechenzentren

Marc Rebal

# Gliederung

2/32

- Einführung
- Verbraucher im RZ
- Kühlung & Problematik
- Konzepte zur Optimierung
- Fazit

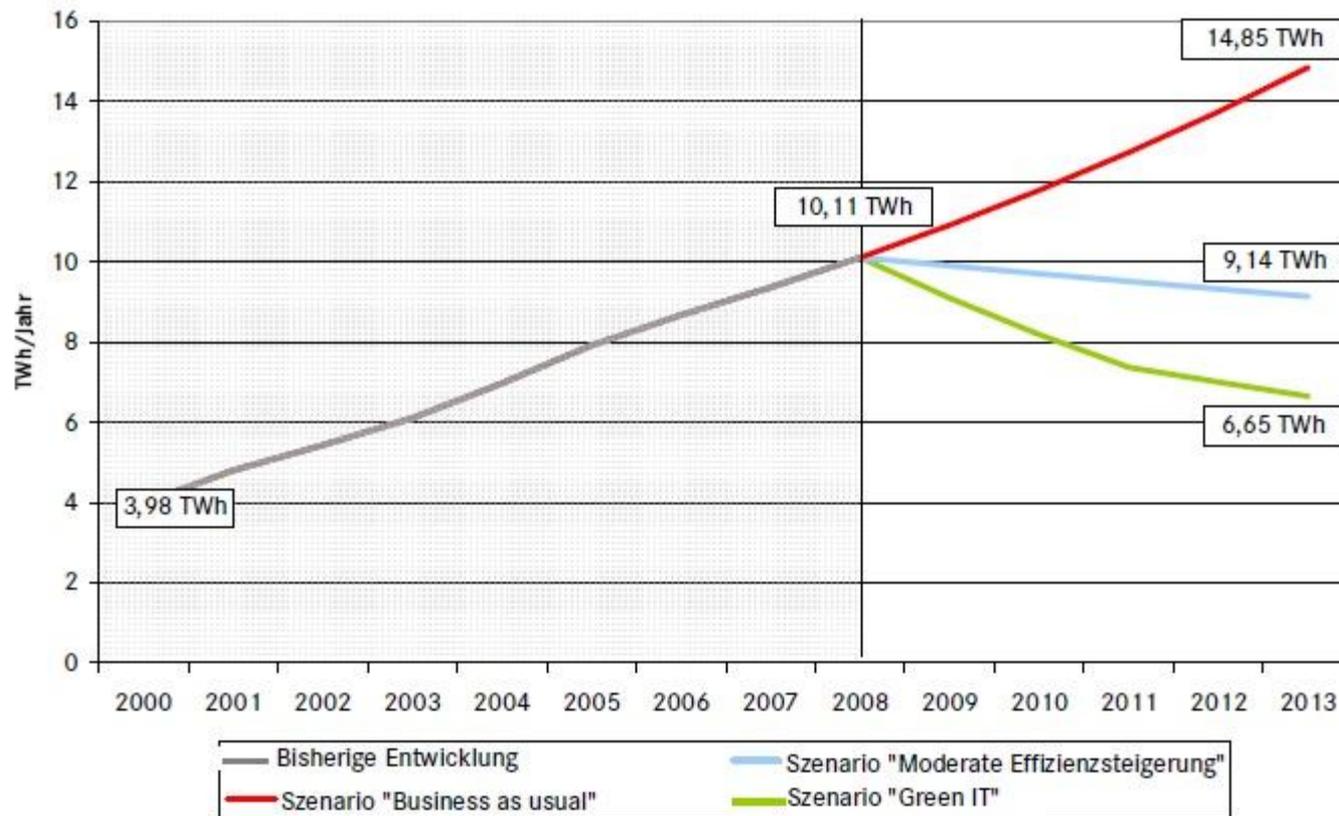
# Was sind Rechenzentren?

3/32

- Standort einer zentralen Datenverarbeitung
- Rechenleistung wird zur Verfügung gestellt
  - ▣ Forschung
  - ▣ Dienstleistungen
- Gewinnen zunehmend an Bedeutung
  - ▣ Cloud

# Entwicklung Stromverbrauch

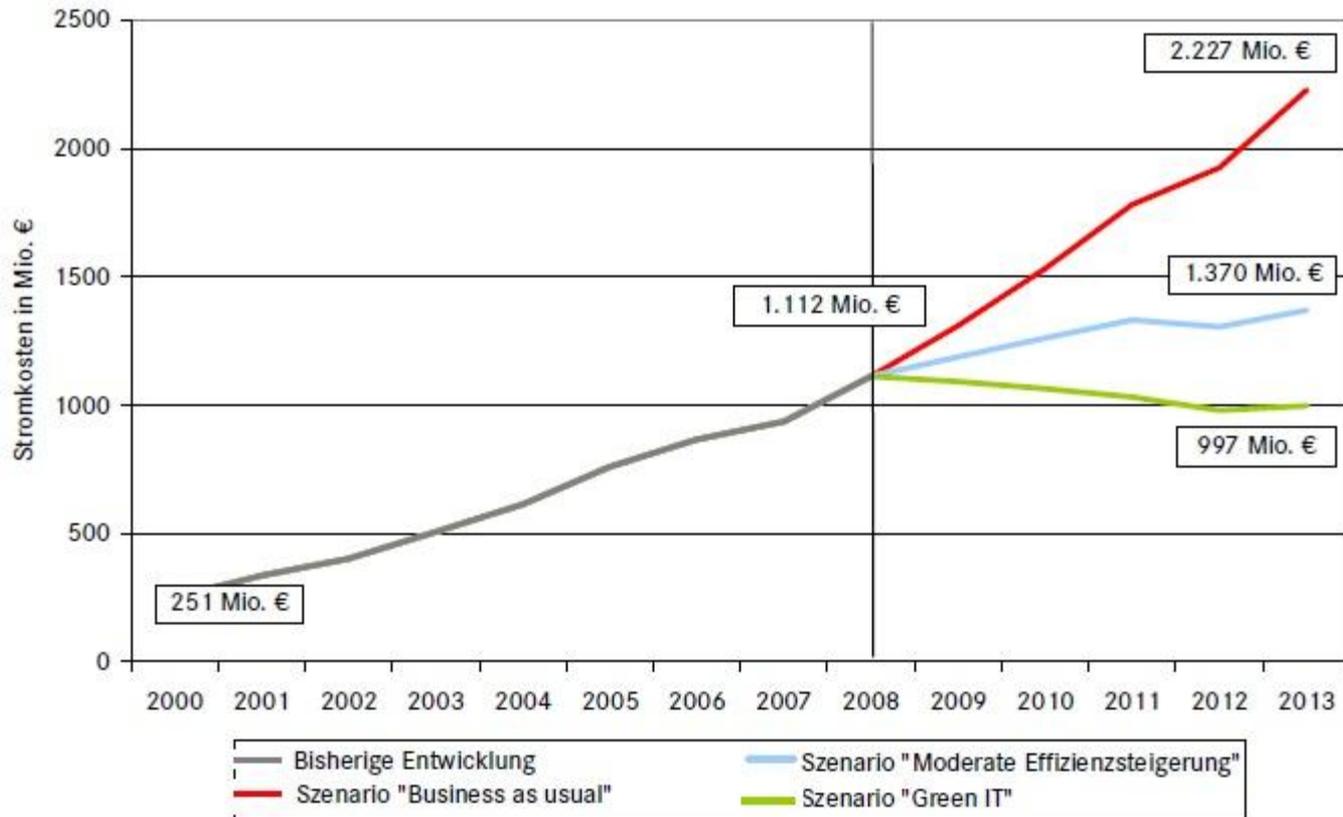
4/32



[Q1]

# Entwicklung Stromkosten

5/32



[Q2]

# Verbreitung in Deutschland (2008)

6/32

| Rechenzentrumstyp                          | Anzahl |
|--|--------|
| Serverschrank (3 bis 10 Server)            | 33.000 |
| Serverraum (bis 100 Server)                | 18.000 |
| Kleines Rechenzentrum (bis 500 Server)     | 1.750  |
| Mittleres Rechenzentrum (bis 5.000 Server) | 370    |
| Großes Rechenzentrum (über 5.000 Server)   | 50     |

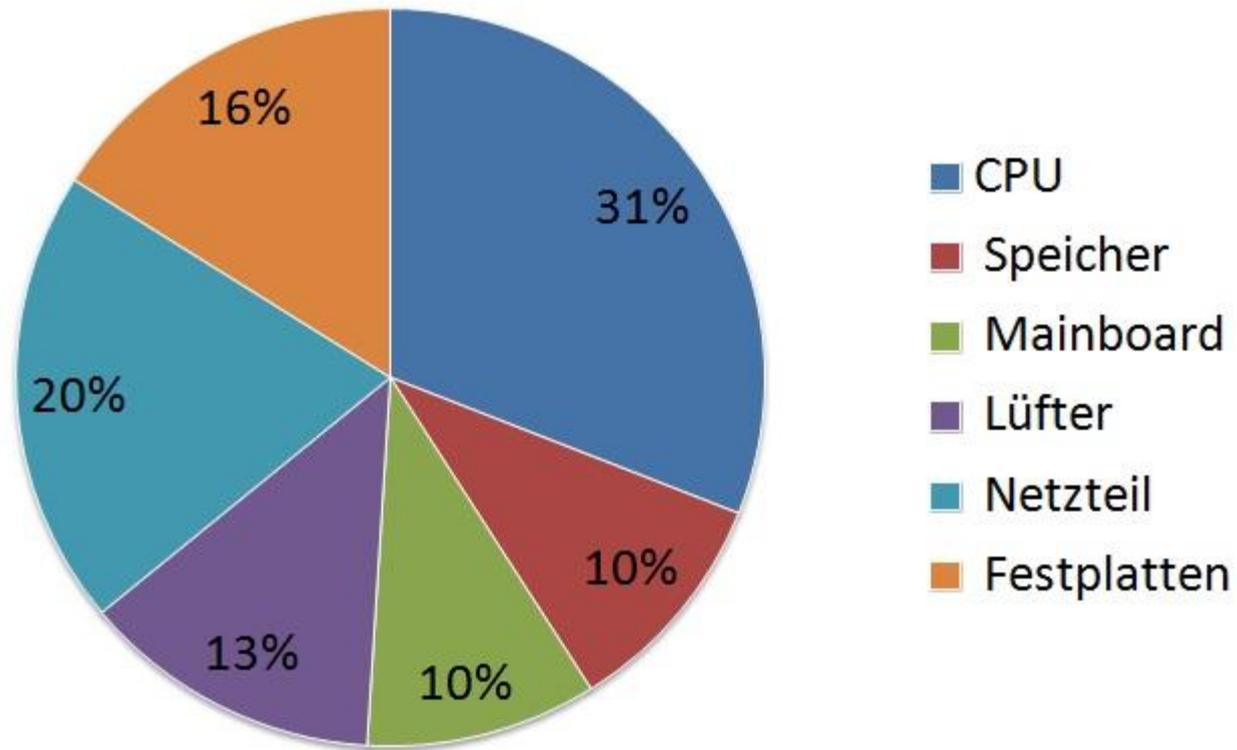
# Beispiel

7/32

- Deutsches Klimarechenzentrum
- Fläche: 760m<sup>2</sup>
- Prozessoren: 256 Knoten, 16 Dual-Cores pro Knoten
- Leistung: 158 TeraFlop/s
- Stromverbrauch: ca. 2 MW
  - ▣ Blizzard: 1000 kW
  - ▣ Kühlung: 600 kW
  - ▣ Tornado + Disks + Archiv: 400 kW

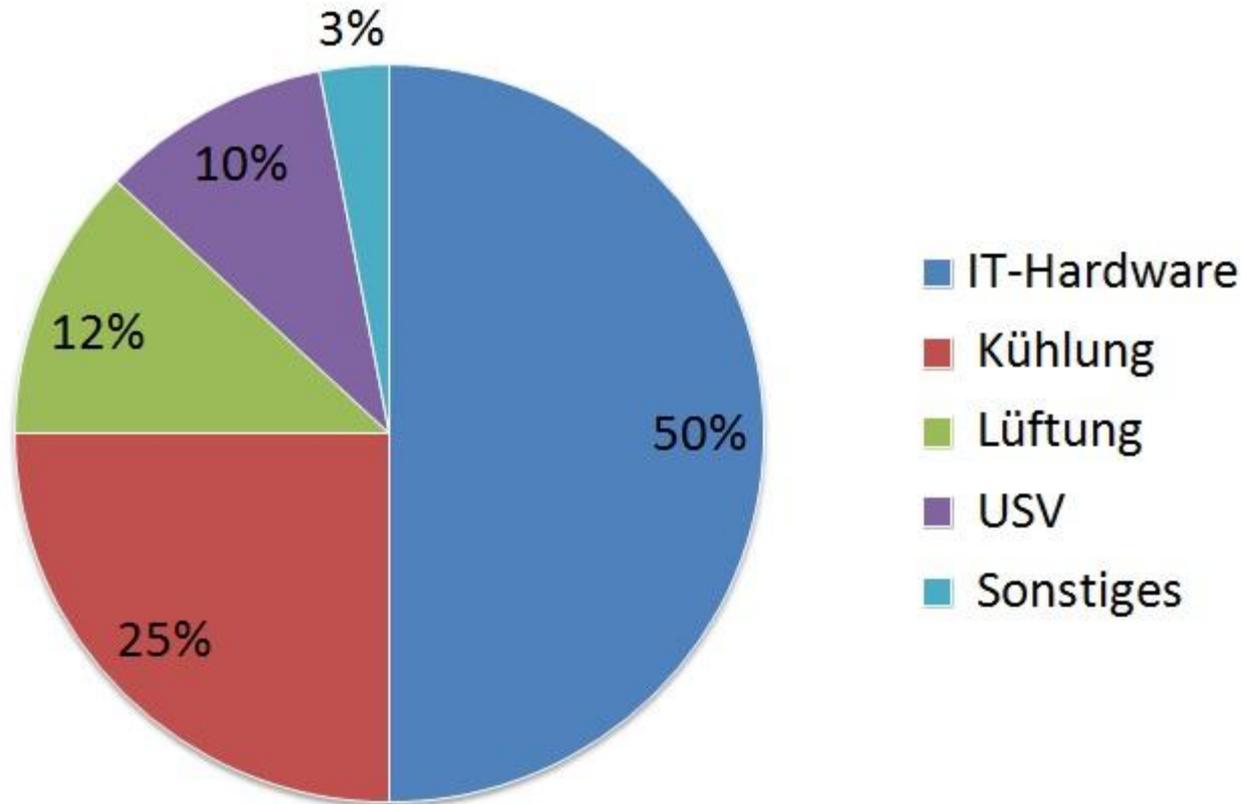
# Verbrauch (Server)

8/32



# Verbrauch (gesamt)

9/32



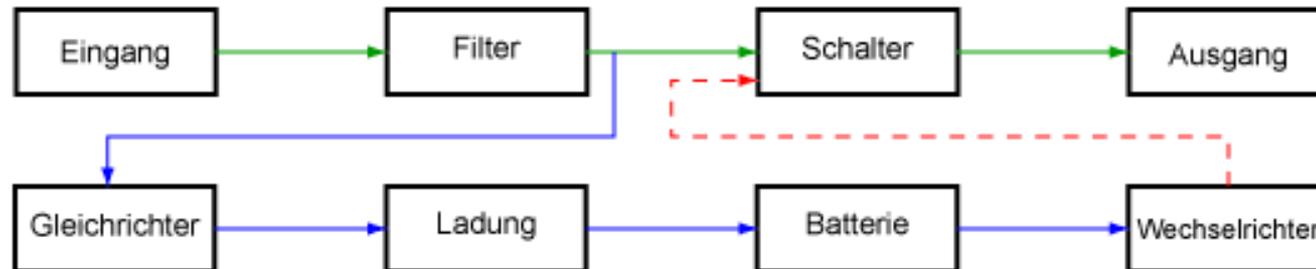
[Q4]

- **Übernimmt im Notfall die Stromversorgung**
  - ▣ Stellt Strom über Batterien zur Verfügung
  - ▣ Stellt eine Art Versicherung dar
  - ▣ Bei jedem empfindlichen System von Bedeutung
- **Einteilung in 3 Klassen**
  - ▣ Schutz vor unterschiedlichen Störungen
  - ▣ Eignung zu verschiedenen Zwecken

# USV – Klasse 3

11/32

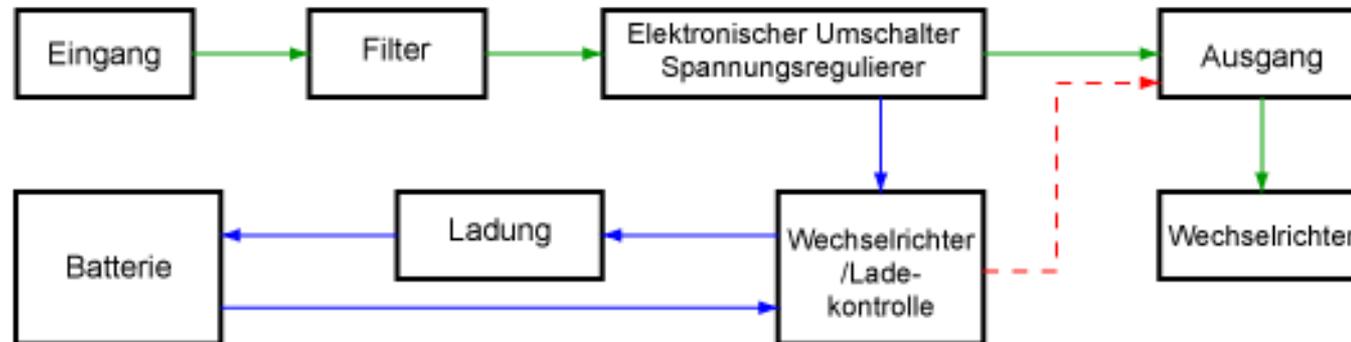
- „Offline-System“
  - Batterie springt erst bei Spannungsausfall an
  - Ca. 10ms Umschaltzeit
  - Bietet Basisschutz für Einzelarbeitsplätze



# USV – Klasse 2

12/32

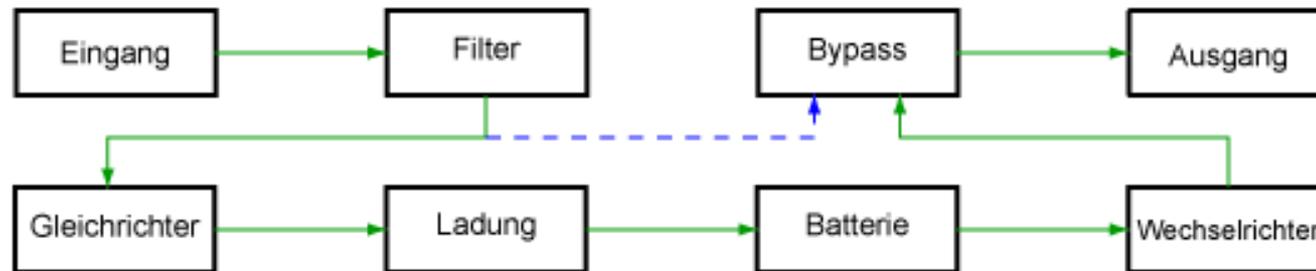
- „aktiver Mitlaufbetrieb“
  - ▣ 2-4ms Umschaltzeit
  - ▣ Schutz für kleine Netzwerke, einzelne Server o. Workstations



# USV – Klasse 1

13/32

- „Online-System“
  - ▣ Keine Umschaltzeit
  - ▣ Schutz für RZ, Großrechner, Sicherheitselektrik



# Beispielrechnung USV KI.1

14/32

- Wirkungsgrad
  - ▣ Hohe Bedeutung, da ständiger Betrieb
  - ▣ Heute zwischen 93-95%

|  | 95% Wirkungsgrad | 93% Wirkungsgrad |
|--|------------------|------------------|
| Leistung der Verbraucher                   | 100 kW           | 100 kW           |
| Eingangsleistung der USV                   | 105,26 kWh       | 107,52 kWh       |
| Verlustleistung pro Jahr                   | Ca. 46.100 kWh   | Ca. 65.900 kWh   |
| Zusätzliche Stromkosten<br>(0,15€ pro kWh) | Ca. 6900€ / Jahr | Ca. 9900€ / Jahr |

# Messungen

15/32

- Was nicht gemessen werden kann, kann nicht optimiert werden
- Monitoring
  - ▣ Energie (Versorgung)
  - ▣ Server (Produktion)
- Temperatur
  - ▣ Visualisierung der Temperaturverteilung
  - ▣ Identifizierung von Hot-Spots
  - ▣ Luftstrom kann optimiert werden

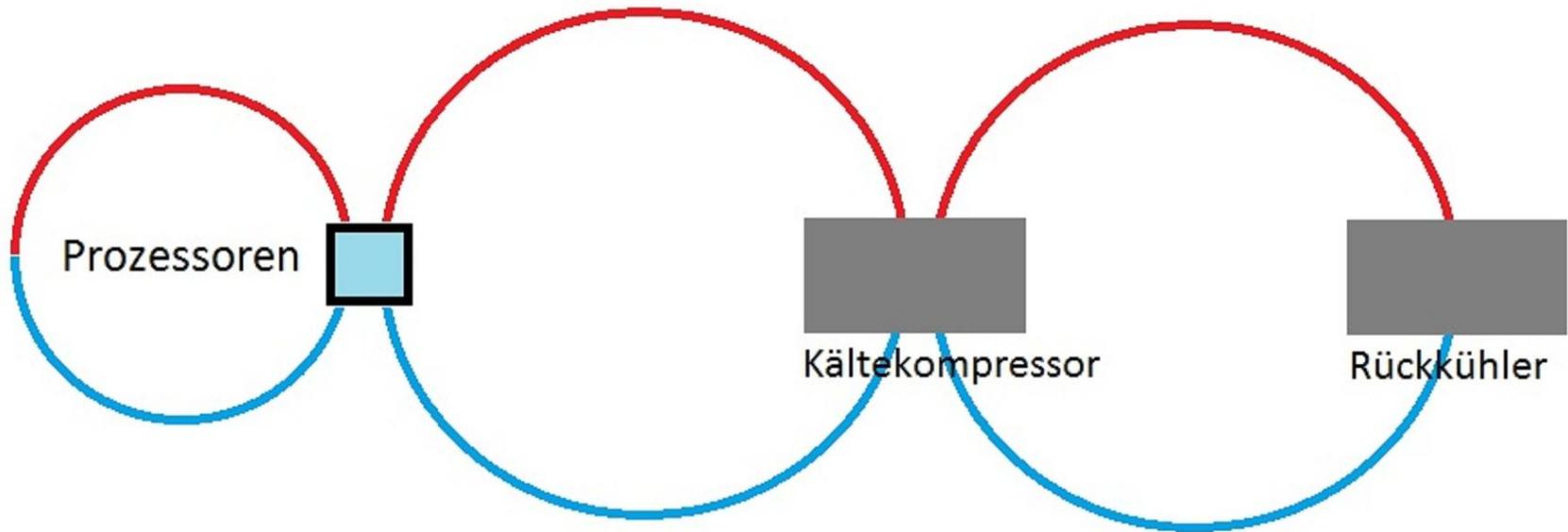
# Metriken

16/21

- Dienen der Bewertung von RZ
- Erlauben eine Beurteilung von Maßnahmen
- Kennzahlen zur Beurteilung der Energieeffizienz
  - ▣ Power Usage Effectiveness (PUE)
  - ▣ IT Productivity per Embedded Watt (IT-PEW)
  - ▣ Benchmarks zur Energieeffizienz
  - ▣ ...

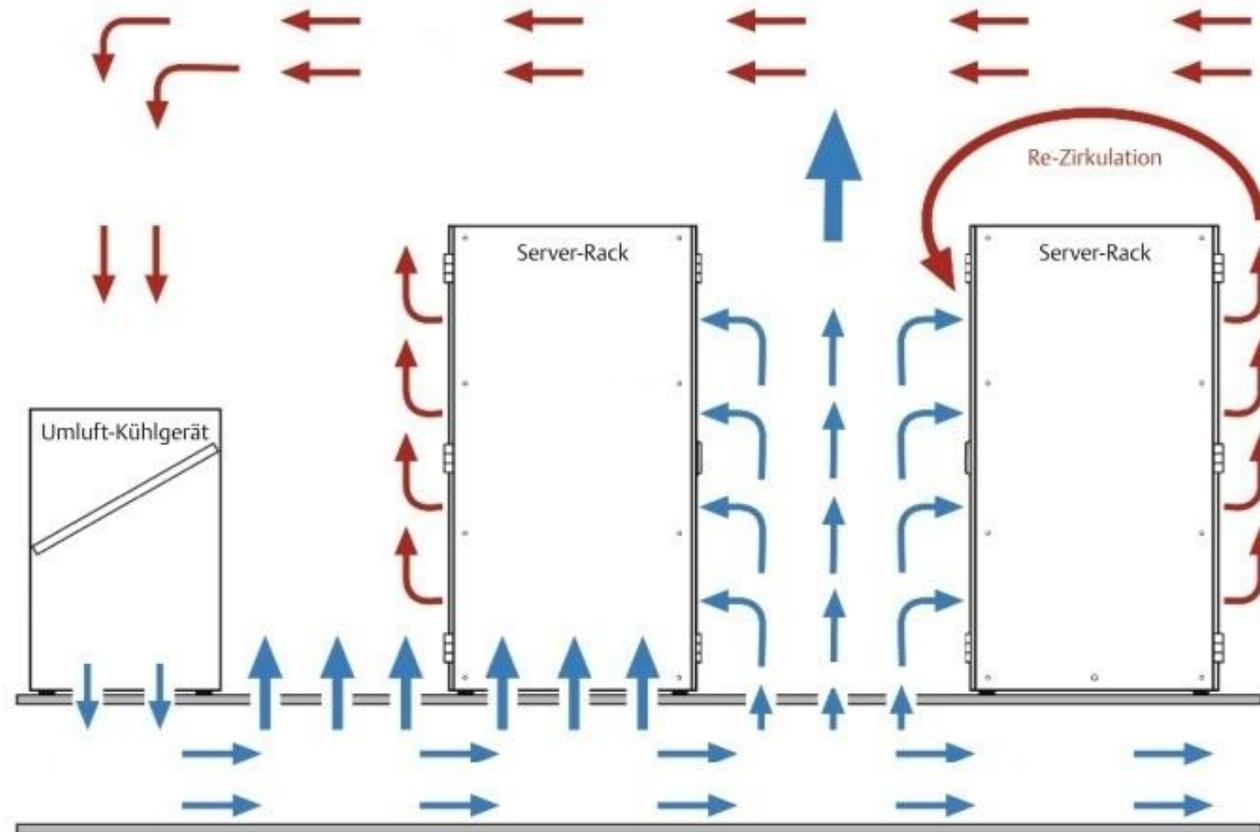
# Wasserkühlung

17/32



# Luftkühlung & Problematik (1)

18/32



[Q9]

# Kühlung & Problematik (2)

19/32

- Vermischung von Kalt- und Warmluft
  - Bypässe
  - Re-Zirkulation
- Doppelböden
  - Dimensionierung
  - Behinderung des Luftstroms
  - Undichtigkeit

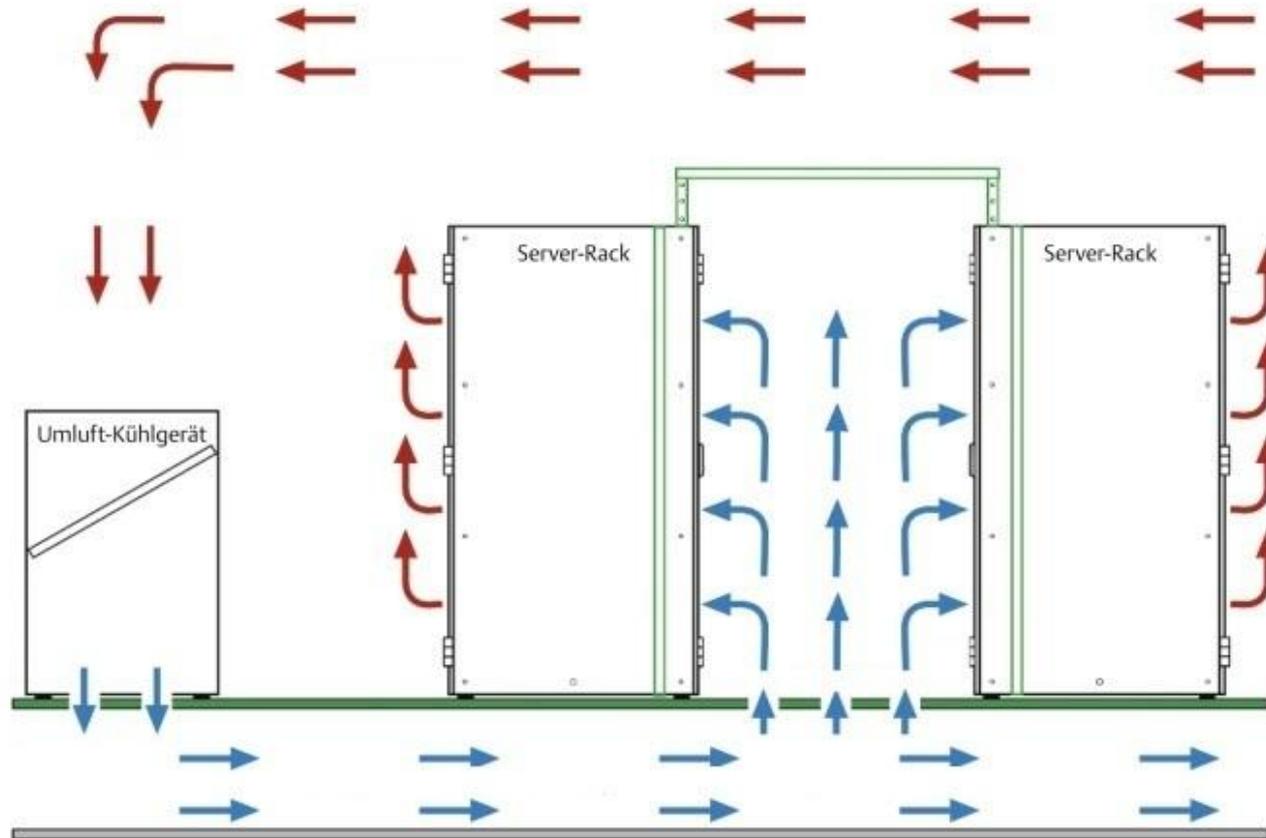
# Best Practices

20/32

- Aufdecken von Schwachstellen
- Kalt- & Warmgänge
  - ▣ Kaltgangeinhausung
- Ungehinderter Luftstrom
  - ▣ Doppelböden
  - ▣ Verkabelung
- Abdichtung & Versiegelung
  - ▣ Rackversiegelung
  - ▣ Kabelöffnungen & sonstige Einlässe

# Kaltgangeinhausung

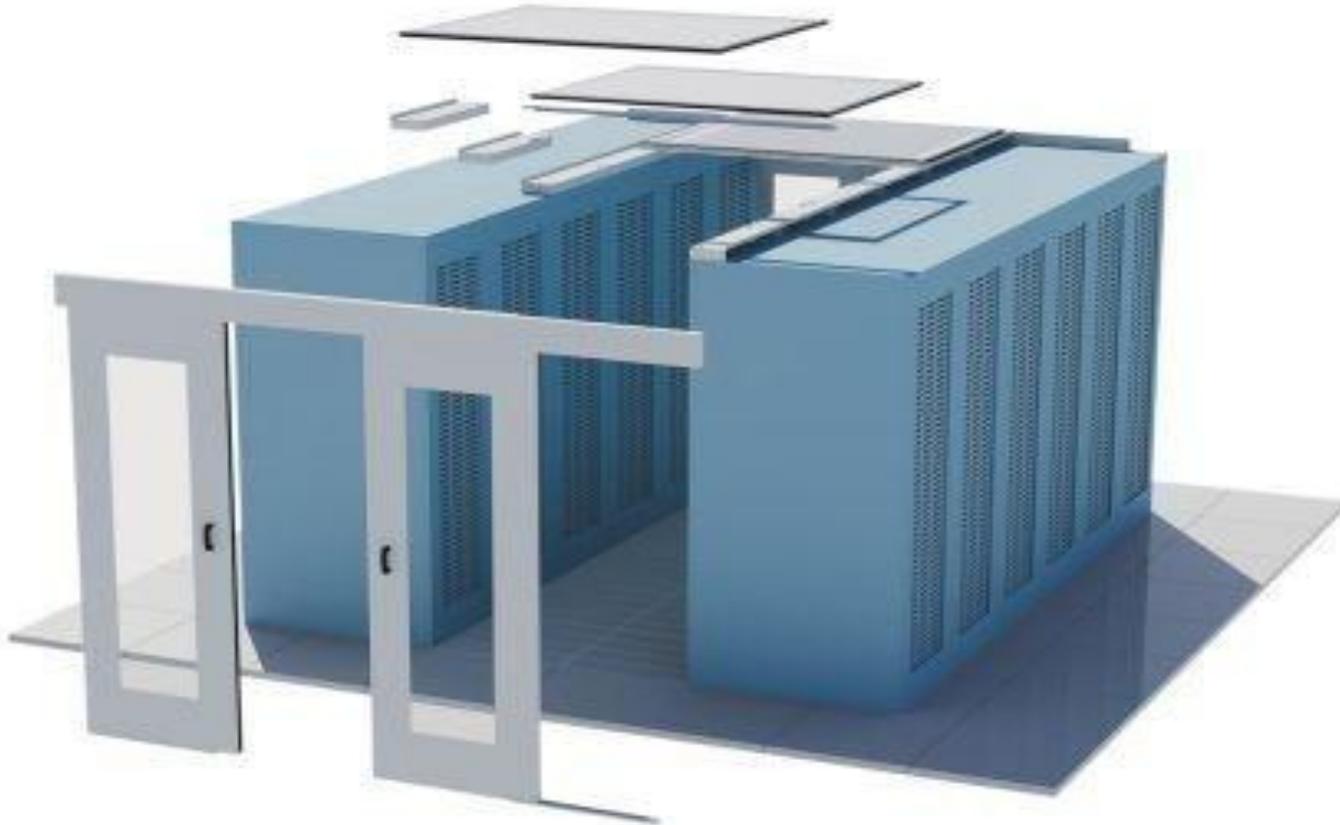
21/32



[Q10]

# Kaltgangeinhausung (2)

22/32



[Q11]

# Container

23/32

- 1.800 - 2.500 Server in einem 40-Fuß-Container
- Benötigen lediglich Strom- und Netzwerkanschluss
- Von Natur aus eingehaust
- Leichter Transport
- Container-basierte RZ lassen sich schnell erweitern

# Container

24/32



[Q12]

# Freie Kühlung

25/32

- Kaltluft der Umgebung wird genutzt
- Abhängig vom Standort und Jahreszeit
- Direkt
  - ▣ Umgebungsluft wird über Luftklappen eingebracht
- Mischbetrieb
  - ▣ Umgebungsluft wird zusätzlich abgekühlt
- Indirekt
  - ▣ Luft-Wasser-Wärmetauscher
- Auch bei Wasserkühlung möglich

# Kühltemperatur

26/32

- RZ werden zu weit runtergekühlt
  - Durchschnitt '07: 15-16°C
  - 26,6°C empfohlen
- Pro Grad lassen sich 2-5% Kühlenergie einsparen
- Erlaubt frühere freie Kühlung

# Virtualisierung

27/32

- Anwendungen mehrerer Server werden auf einem virtualisiert
- Anzahl der Server wird verringert
- Höhere Auslastung der Server
  - ▣ Von 20% auf 70%
- Weniger Kühlleistung benötigt
- Geringerer Strombedarf

# Nutzung der Abwärme

28/32

- Heizung
  - Büros
  - Wohnungen
  - Sonstige Gebäude der Umgebung
- Warmwasserbereitung
- Einspeisung in Fernwärmenetz

# Fazit

29/32

- Steigender Energieverbrauch nicht unabwendbar
- Es gibt viele Konzepte
- Planung entscheidet über Effizienz eines RZ
- Höhere Investitionen lohnen sich

# Fragen?

30/32

- Wenn nicht dann ...

# Danke ...

31/32

- ... für die Aufmerksamkeit

# Quellen

32/32

- Q1, 2: [http://www.bitkom.org/files/documents/Energieeinsparpotenziale\\_von\\_Rechenzentren\\_in\\_Deutschland.pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/Energieeinsparpotenziale_von_Rechenzentren_in_Deutschland.pdf)
- Q3: <http://www.greenit-bb.de/assets/files/rz-2010-vortrag-hintemann.pdf>
- Q4: <http://www.searchdatacenter.de/index.cfm?none=1&pid=4691&pk=394616&fk=325173&ct=10>
- Q5: <http://www.computerwoche.de/bild-zoom/1906415/1/498356/d2e240-media/>
- Q6,7,8: <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/grd/0812171.htm>
- Q9 basierend auf: [http://www.techchannel.de/\\_misc/galleries/detail.cfm?pk=40218&fk=484165&resize=true](http://www.techchannel.de/_misc/galleries/detail.cfm?pk=40218&fk=484165&resize=true)
- Q10 basierend auf: [http://www.techchannel.de/\\_misc/galleries/detail.cfm?pk=40218&fk=484164&resize=true](http://www.techchannel.de/_misc/galleries/detail.cfm?pk=40218&fk=484164&resize=true)
- Q11: <http://www.crn.de/netzwerke-tk/artikel-82094.html>
- Q12: <http://www.heise.de/events/2010/rzinfra/rz-infrastruktur2.pdf> , Seite 13