



Universität Stuttgart

Institut für Energiewirtschaft und
Rationelle Energieanwendung (IER)

1 ist nicht gut genug – Optimierung und Integration von Rechenzentren

HLRS Energieeffizienz-Workshop,
HLRS,
25. Oktober 2017, Stuttgart

**Peter
Radgen**

GREES Kolloquium: Effiziente Energienutzung (WiSe 2017/18)

Veranstaltungsort: Hörsaal V. 47.05 (Pfaffenwaldring 47, Campus Stuttgart-Vaihingen)

Zeit: Donnerstags, 17:30 Uhr bis 19:00 Uhr, der Besuch der Veranstaltungen ist kostenlos

Datum	Referent	Vortragstitel
19.10.2017	Dr. Matthias Stähler Technology Development, Achenbach Buschhütten GmbH	Entwicklung einer energieeffizienten Absaugung für Walzwerke
09.11.2017	Wilfried Stolle Vertriebsleiter Deutschland, Klingenburg GmbH	Wärmerückgewinnung in Raum- und Prozesslufttechnischen Anlagen unter dem Einfluss der Eco-Design Verordnung 1253/2014. Achtung: Vortrag findet ausnahmsweise in V7.11 statt
23.11.2017	Dr. Christoph Pohl Geschäftsführer, etajopt GmbH	Substitution von Druckluftanwendungen im industriellen Umfeld
30.11.2017	Dr. Jürgen Süß Geschäftsführer, efficient energy GmbH	Die Verwendung von Wasser als Kältemittel zur energieeffizienten Kälteerzeugung
18.01.2018	Achim Pleyer Leiter Technik & Produktmanagement, ROTON PowerSystems GmbH	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)
25.01.2018	Dr. Axel Fröschle Engineering Manager, Parker Hannifin Manufacturing Germany GmbH & Co. KG	Energieeffizienz bei pneumatischer Aktorik
01.02.2018	Nicolas Peels Academic Program Manager, OSIsoft UK Limited	The Power of Data: How Different Industries achieve Energy Efficiency with OSIsoft's PI System

Übersicht

- Rahmenbedingungen für Bau und Betrieb von Rechenzentren
- Nachhaltigkeit und Rechenzentren
- Energieeffizienz als Baustein der Nachhaltigkeit
- Energieeffizienz und Kühlbedarf
- Energieeffizienz, Standby und Teillastbetrieb
- AC-DC ein Verlust, keine Musikgruppe
- PUE und Blauer Engel
- Warum 1 nicht gut genug ist

Rahmenbedingungen

- Energiepolitischen Ziele des Landes Baden-Württemberg bis zum Jahr 2050:
 - Reduktion des Endenergieverbrauchs um 50 % gegenüber 2010
 - Deckungsgrad von 80 % des Restbedarfs durch erneuerbare Energien
 - Reduktion der Treibhausgasemissionen um 90 % gegenüber 1990
- Zunehmende Digitalisierung aller Lebensbereiche
- Landesstrategie Green IT 2020: Mehr als 2%/a Reduktion der Energieverbräuche für die IT.
 - BITBW: Konsolidierung und Ausgliederung der IT-Services der Landesbehörden
 - Aktuell laufende Forschungsprojekte zum IT-Bestand (Inventarisierung) und möglichen Energieeffizienzsteigerungen innerhalb des Rechenzentrums



Bild: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/ministerium/aufgaben-und-organisation/nachhaltige-landesverwaltung/green-it-2020/>

Was ist Nachhaltigkeit und warum ist Sie wichtig?

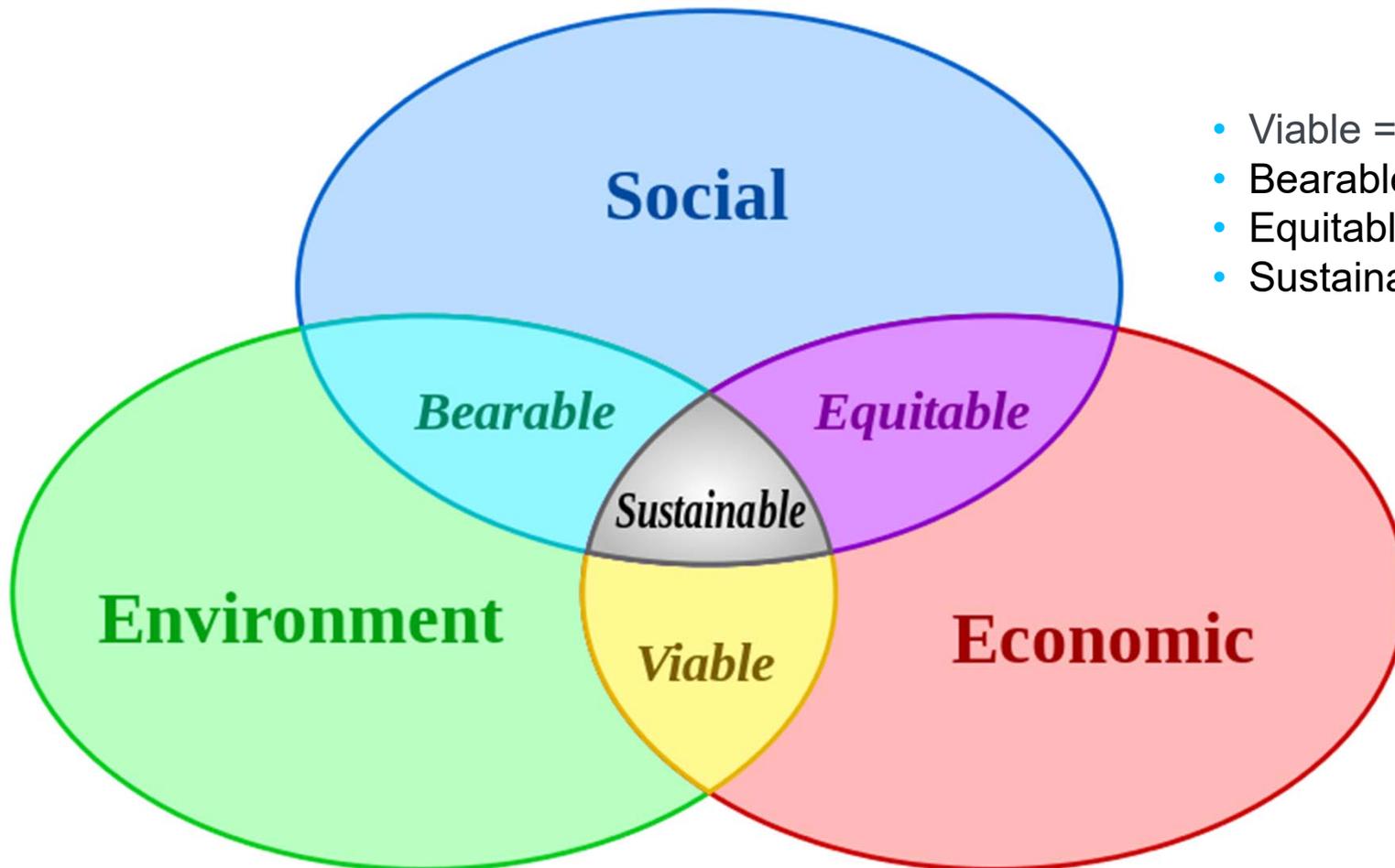
- **Brundtland Report:**
„Sustainable development is development that **meets the needs of the present without compromising the ability of future generations** to meet their own needs.“ (World Commission on Environment and Development 1987, S.41, Brundtland Report)
- **Grundgesetz Art 20a**
Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen und die Tiere im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung durch die Gesetzgebung und nach Maßgabe von Gesetz und Recht durch die vollziehende Gewalt und die Rechtsprechung.
- **Sustainable Development Goals (SDG)**
Am 25. September 2015 bei der 70. UN-Generalversammlung hat die internationale Staatengemeinschaft die „Sustainable Development Goals (SDG)“ mit einer Entwicklungsagenda bis 2030 beschlossen



Bild: World Economic Forum



Nachhaltige Rechenzentren ist mehr als Green-IT



- Viable = machbar/umsetzbar
- Bearable = verkraftbar/ertragbar
- Equitable = gerecht/fair
- Sustainable = nachhaltig

Forschungsvorhaben Nachhaltige Rechenzentren (EcoRZ)



Ziel

- Akteure zu befähigen, wirtschafts-, umwelt-, ressourcen- und energiepolitische Ziele im Kontext der weiteren Entwicklung von Rechenzentren zu verfolgen
- Projektergebnisse zur
 - Schaffung der notwendigen Wissensbasis
 - Abschätzung der erschließbaren Potenziale (Energie, Emissionen, Ressourcen)
 - Ansätze zur Erschließung der Potenziale

Anwendungsbereich

- Räumlich: Rechenzentren und Rechenzentrumsstandorte in BW
- Zeitlich: Fokus auf Ist-Analyse, ergänzt um Projektionen in die Zukunft
- Inhaltlich: Neben RZ-interner Energieeffizienz Fokus auf systemübergreifender Energieeffizienz und Lastflexibilität

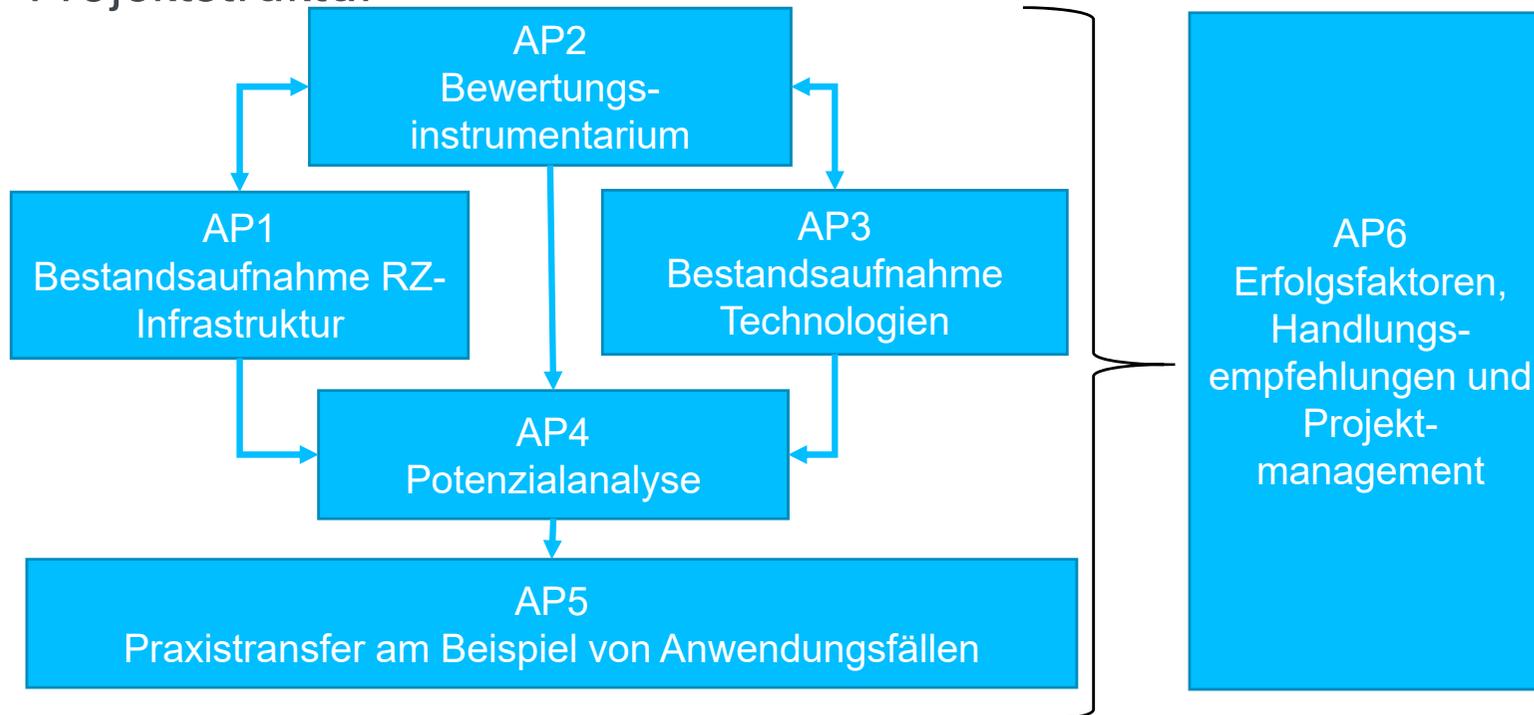


www.nachhaltige-rechenzentren.de

Forschungsvorhaben Nachhaltige Rechenzentren



Projektstruktur



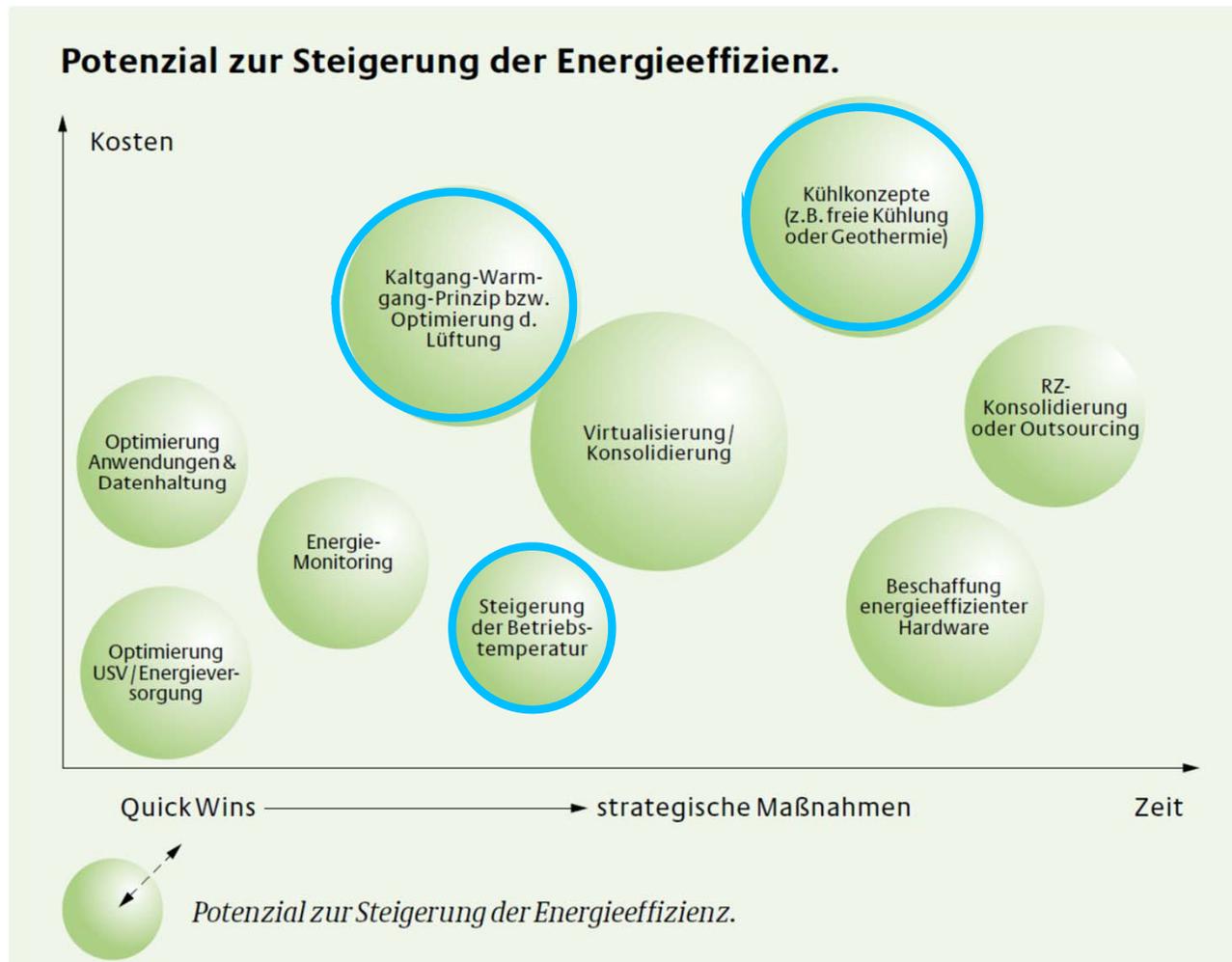
Begleitkreis (Mitglieder noch zu benennen)

Projektentwickler/Investoren	Branchenverband bitkom
Landesverband d. BW-Industrie	Städte / Gemeinden
Wirtschaft (z. B. Daimler, EnBW, etc.)	u.a.



EnergieDienst

Energieeffizienz im Rechenzentrum



Merke:

- Aufwand für die Abfuhr der Wärme dominiert häufig den PUE und die vermeidbaren Kosten
- Rechenzentren gehören zu den Betrieben mit Wärmeüberschuss

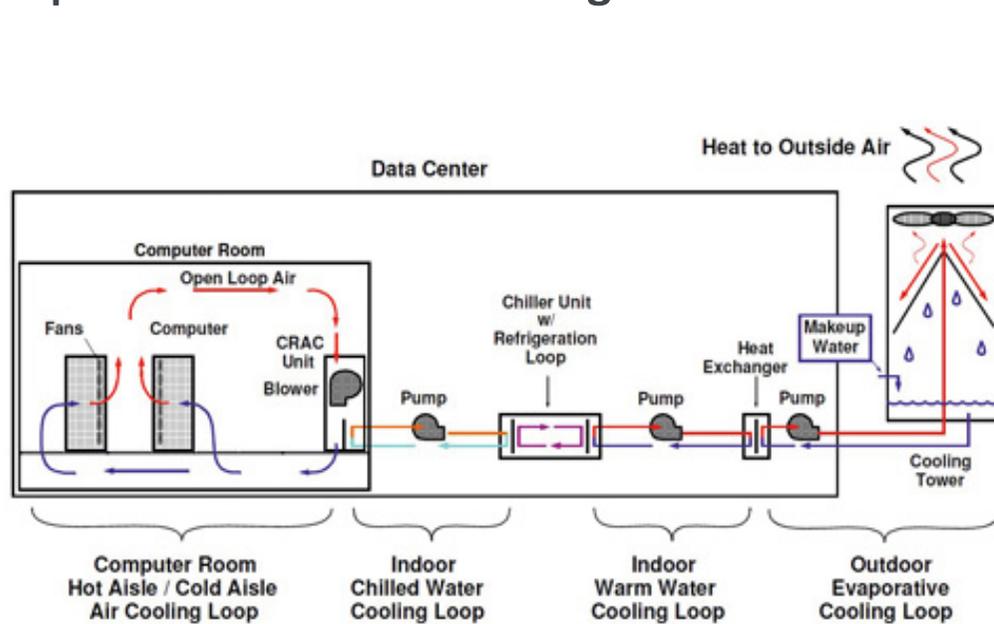
Quelle: Leistung steigern Kosten senken. Energieeffizienz im Rechenzentrum. dena, 02/2012

1 ist nicht gut genug, HLRS Energieeffizienz Workshop, HLRS, Stuttgart, 25.10.2017, Peter Radgen

24.10.2017

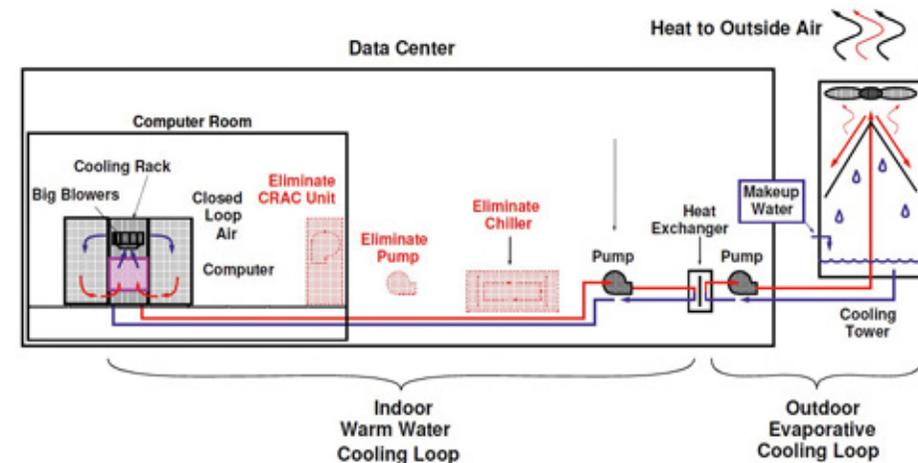
9

Optionen für die Kühlung eines Rechenzentrums

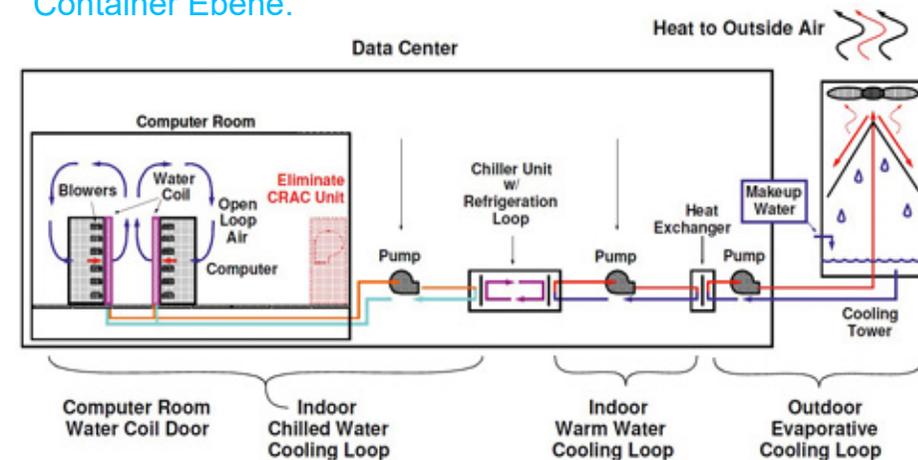


Luftkühlung des Serverraums mit Klimaanlage (CRAC Unit)

- weitere Lösungsoptionen wie z.B. Wärmerad (Kyotokühlung) möglich

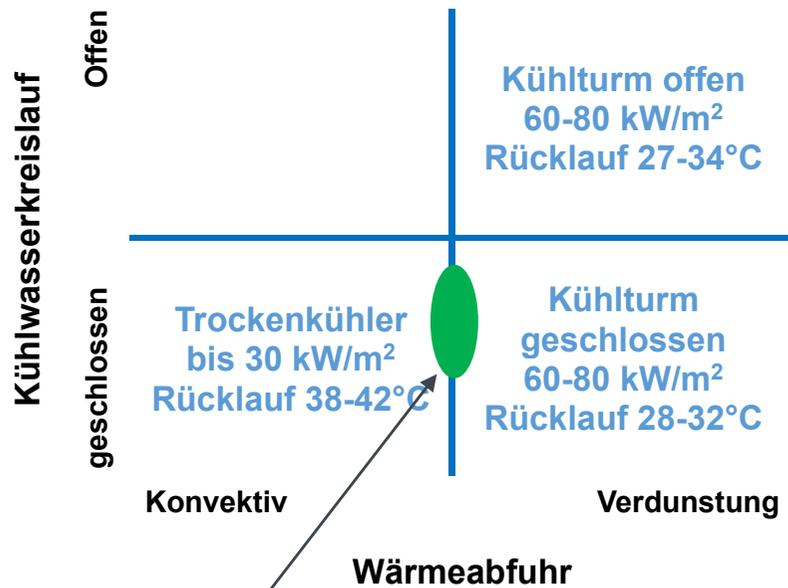


Zellenkühlung mit geschlossenem Kühlkreislauf auf Container Ebene.



Wasserkühlung über Wasserschlängen in Türen oder durch Kühlplatten direkt an der CPU

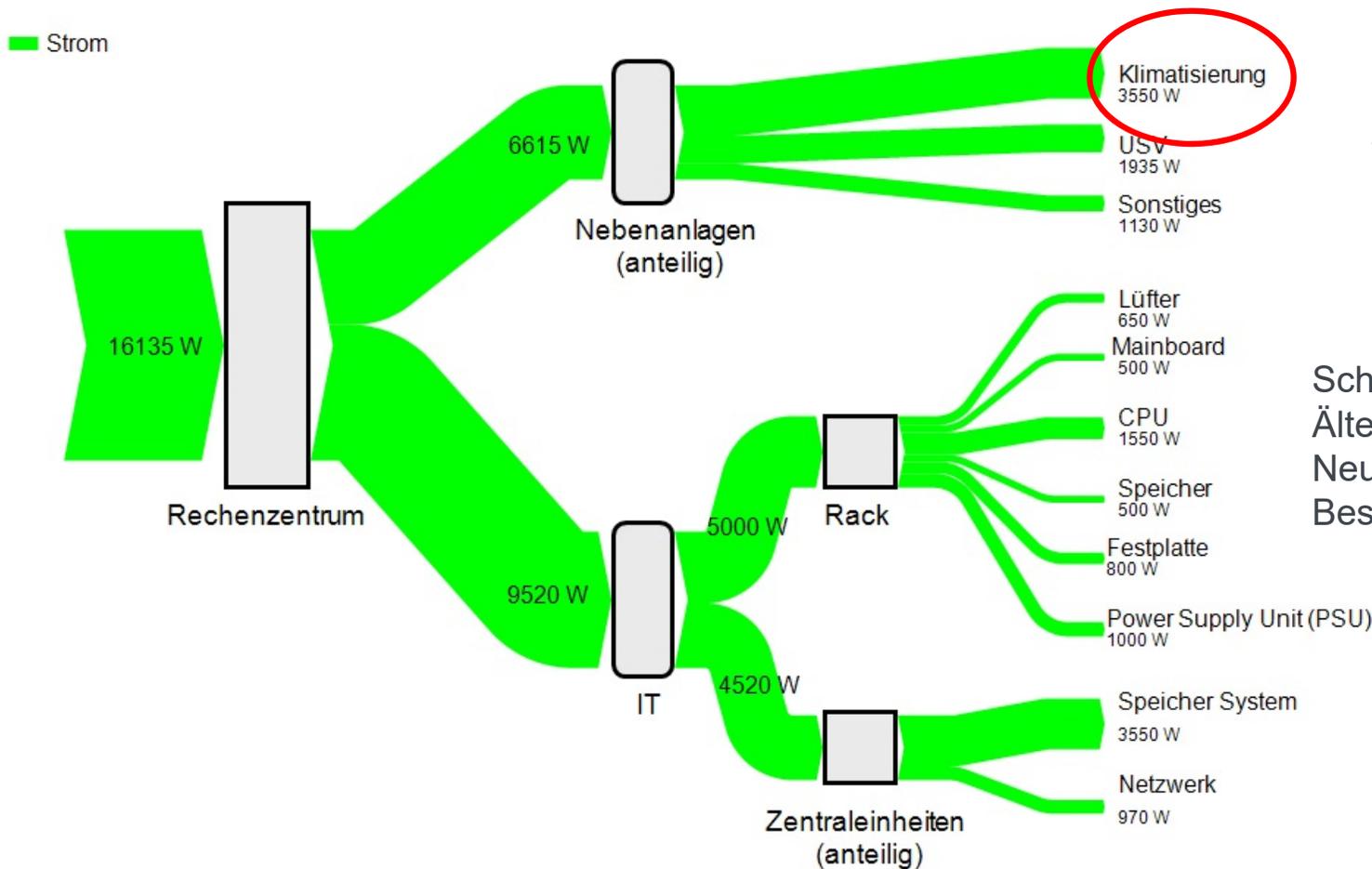
Kühlsysteme



- Bei Nasskühltürmen oder Hybridkühlern sind die Vorgaben der VDI Richtlinie 2047 Teil2 Sicherstellung des hygienischen Betriebs von Verdunstungskühlanlagen vom Januar 2015 zu beachten
- 42. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassabscheider vom 12.07.2017

Art der Anlage	Prüfwert 1	Prüfwert 2	Maßnahmenwert
	Legionellenkonzentration [KBE Legionella spp. je 100 ml]		
Verdunstungskühlanlagen	100	1.000	10.000
Nassabscheider	100	1.000	10.000
Kühltürme	500	5.000	50.000

Typische Leistungsverteilung in einem Rechenzentrum pro Rack

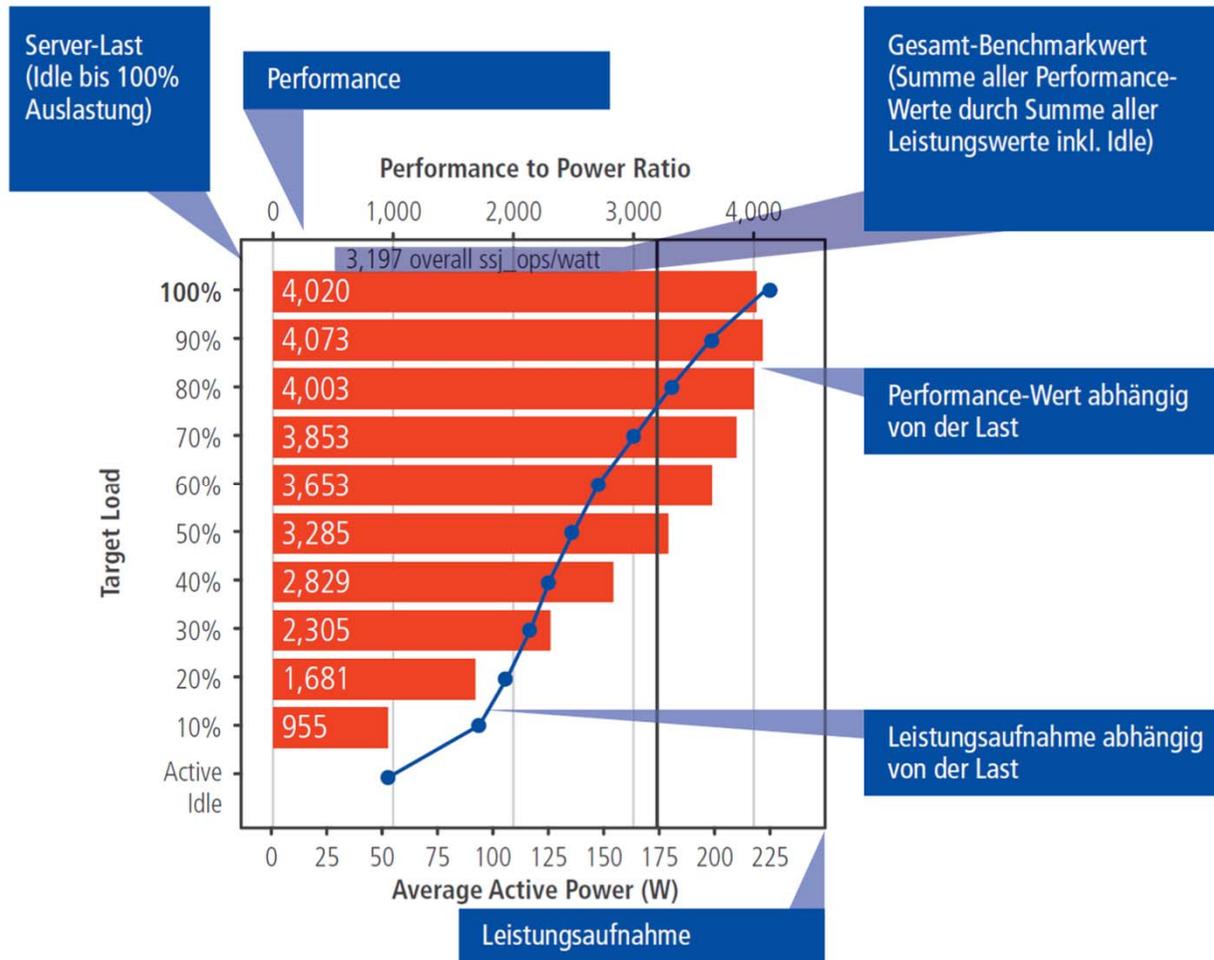


$$PUE = \frac{\text{RZ Gesamtenergiebedarf}}{\text{IT Strombedarf}}$$

$$= \frac{16135}{9520} = 1,69$$

Schlechte Rechenzentren	PUE = 5
Ältere Rechenzentren	PUE = 2,5 – 3,0
Neue Rechenzentren	PUE = 1,5 – 2,5
Best in Class	PUE = 1,1

Standby Verbrauch und Teillastbetrieb vermeiden



Quelle: Energieeffiziente IT und Infrastruktur für Rechenzentren und Serverräume. Berliner Energieagentur, 2017

Wirkungsgrade Netzteile für PC und Server



Mindestwirkungsgrad bei gegebener Spannung und Last									
Spannung	nicht redundant				redundant/Industrie				Zertifikat
	10 % Last	20 % Last	50 % Last	100 % Last	10 % Last	20 % Last	50 % Last	100 % Last	
230 V	-	82 %	85 % ¹	82 %	n/a				80 PLUS
	-	85 %	88 % ¹	85 %	-	81 %	85 % ¹	81 %	80 PLUS Bronze
	-	87 %	90 % ¹	87 %	-	85 %	89 % ¹	85 %	80 PLUS Silver
	-	90 %	92 % ¹	89 %	-	88 %	92 % ¹	88 %	80 PLUS Gold
	-	92 %	94 % ¹	90 %	-	90 %	94 % ²	91 %	80 PLUS Platinum
	90 %	94 % ²	96 %	94 %	90 %	94 % ²	96 %	91 %	80 PLUS Titanium

Blauer Engel Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb (RAL-UZ 161)



Anforderungen an den PUE

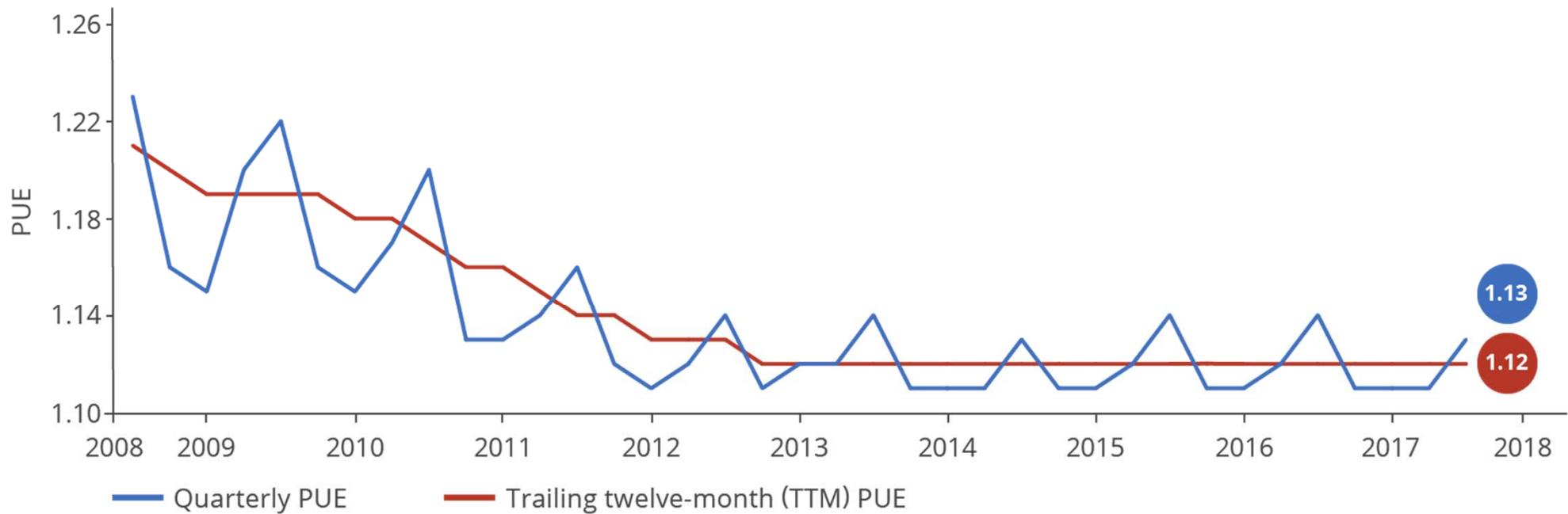
(Basis Jahresverbrauch)

Alter Rechenzentrum	Mindestanforderung PUE
Neubau	< 1,4
12 Monate < Alter < 60 Monate	< 1,6
> 60 Monate	< 1,8

Entwicklung PUE Werte am Beispiel Google

Continuous PUE Improvement

Average PUE for all data centers



Quelle: www.google.com/about/datacenters/efficiency/internal/

Was braucht es für einen PUE ~ 1

- Verzicht auf Kühlung/Klimatisierung
- Verzicht auf Unterbrechungsfreie Stromversorgung
- Verzicht auf Beleuchtung
- Verzicht auf Beheizung
- Verzicht auf Transformatoren

Aber

- selbst dann wird noch mehr als 70% der zugeführten Energie in Wärme umgewandelt und an die Umgebung abgegeben.

Deshalb

- kommt der Nutzung/dem Recycling der im Rechenzentrum entwerteten Energie große Bedeutung zu

Warum ist ein PUE=1 nicht gut genug

- Derzeit wird der PUE häufig als Kennzahl zur Beurteilung der Effizienz eines Rechenzentrum verwendet
- Ein PUE Wert von 1 ist der Grenzwert, der praktisch nicht erreicht werden kann.
- Der PUE berücksichtigt keine Energierückgewinnung, d.h. der niedrigste mögliche Wert für den PUE ist Eins.
- Der PUE berücksichtigt nicht die Art der Energie
- Deshalb sollte zusätzlich der Energy Reuse Factor (ERF) sowie der Green Energy Coefficient (GEC) berücksichtigt werden

$$ERF = \frac{\text{zurückgewonnene Energie}}{\text{Gesamten Energieeinsatz}}$$

$$GEC = \frac{\text{Erneuerbare Energie}}{\text{Gesamtenergieeinsatz}}$$

Das einzige Rechenzentrum mit PUE = 1



Vielen Dank!



Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen

E-Mail peter.radgen@ier.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685- 87877

Fax +49 (0) 711 685- 77877

Universität Stuttgart
Institut für Energiewirtschaft und
Rationelle Energieanwendung
Heßbrühlstraße 49a
70656 Stuttgart