

# Hot Fluid® Computing – mit Flüssigkühlung und Wärmerückgewinnung gegen steigende Energiekosten im Rechenzentrum

ein Webinar von Michael Haderer und Bernhard Seibold

# AGENDA

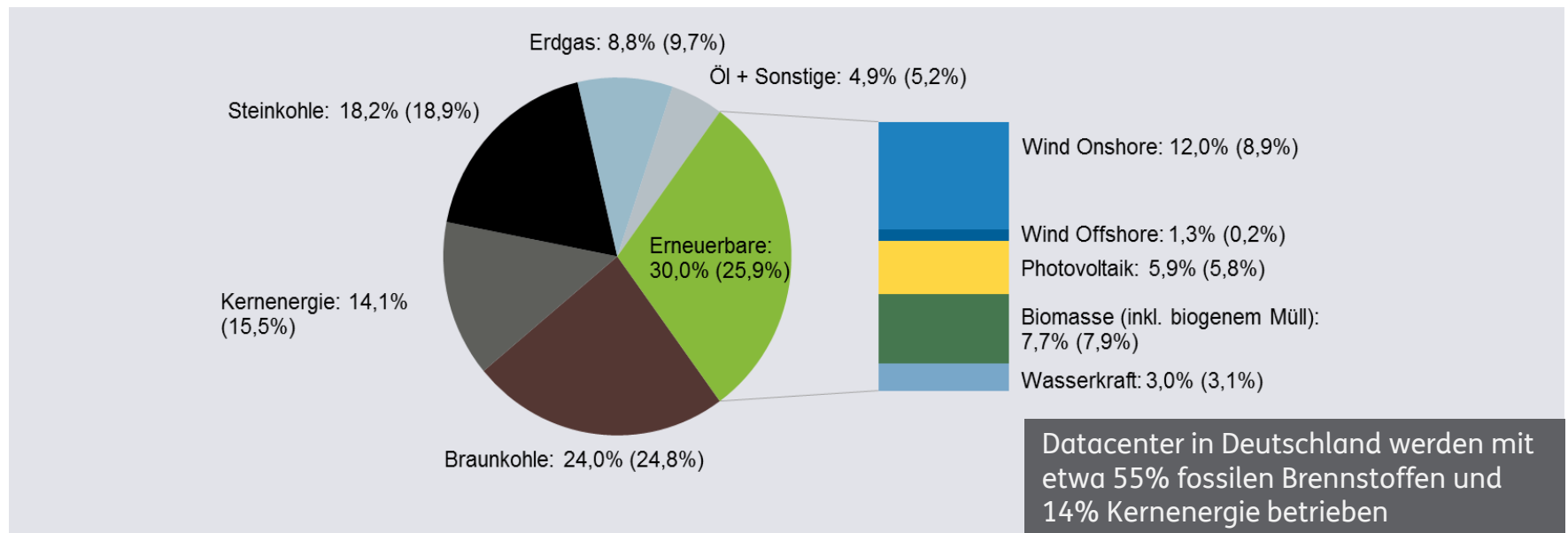
- Standortfaktor Stromkosten – Deutschland ist Schlusslicht
- Abwandern oder Strom sparen – wo sind die Potentiale im RZ
- Kühlung und Klimatisierung – Alternativen zu „heißer Luft“
- Vor- und Nachteile alternativer Kühlmethoden
- Abwärme-Nutzung – der Beitrag des RZ zur „Wärmewende“
- Hot Fluid® Computing als ganzheitliches Kühlungskonzept
- Potentiale und Chancen für Hersteller, RZ-Planer und Integratoren

# Strommix des Jahres 2015

(Werte für 2014 in Klammern)

Brutto-Stromerzeugung 2015 in Deutschland: **647 Mrd.** Kilowattstunden

Brutto-Stromverbrauch 2015 in Deutschland: **597 Mrd.** Kilowattstunden

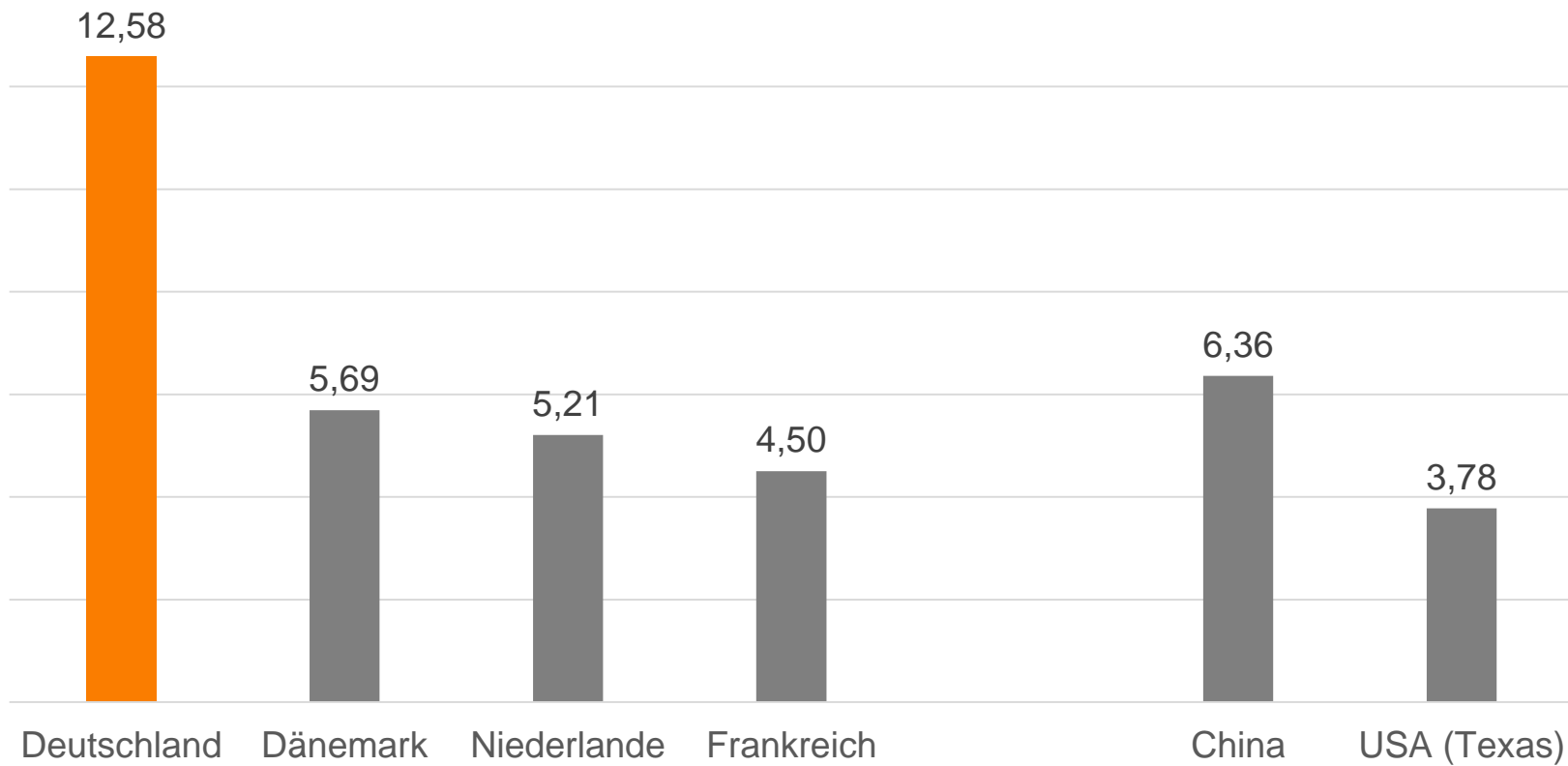


Datenquelle: Agora Energiewende und AG Energiebilanzen 2015

# Industriestrompreise

## Spitzenreiter Deutschland

Internationaler Vergleich, in ct/kWh, 2015

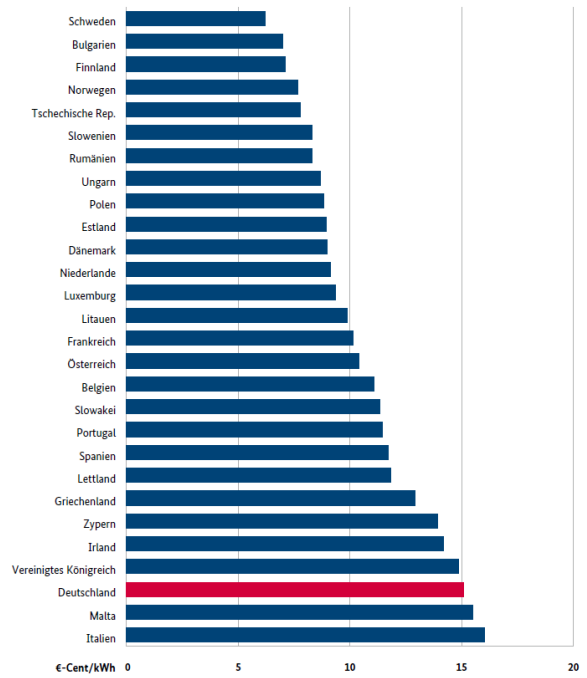


# RZ-Standortfaktor Stromkosten

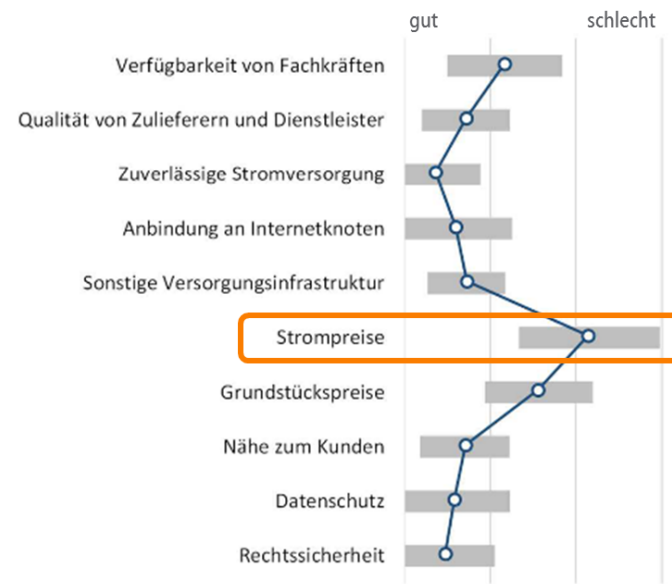


Stromkosten mit 20-40% Anteil an RZ-Gesamtkosten

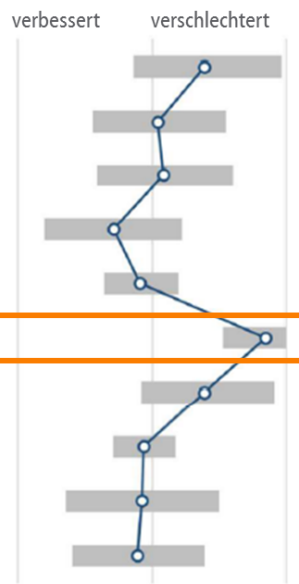
39. Internationaler Strompreisvergleich (Industrie) 2015  
Verbrauch: 500 MWh < 2.000 MWh



Wie bewerten Sie diese Standortfaktoren in Deutschland im internationalen Vergleich?



Wie haben sich die Standortfaktoren in den letzten fünf Jahren entwickelt?

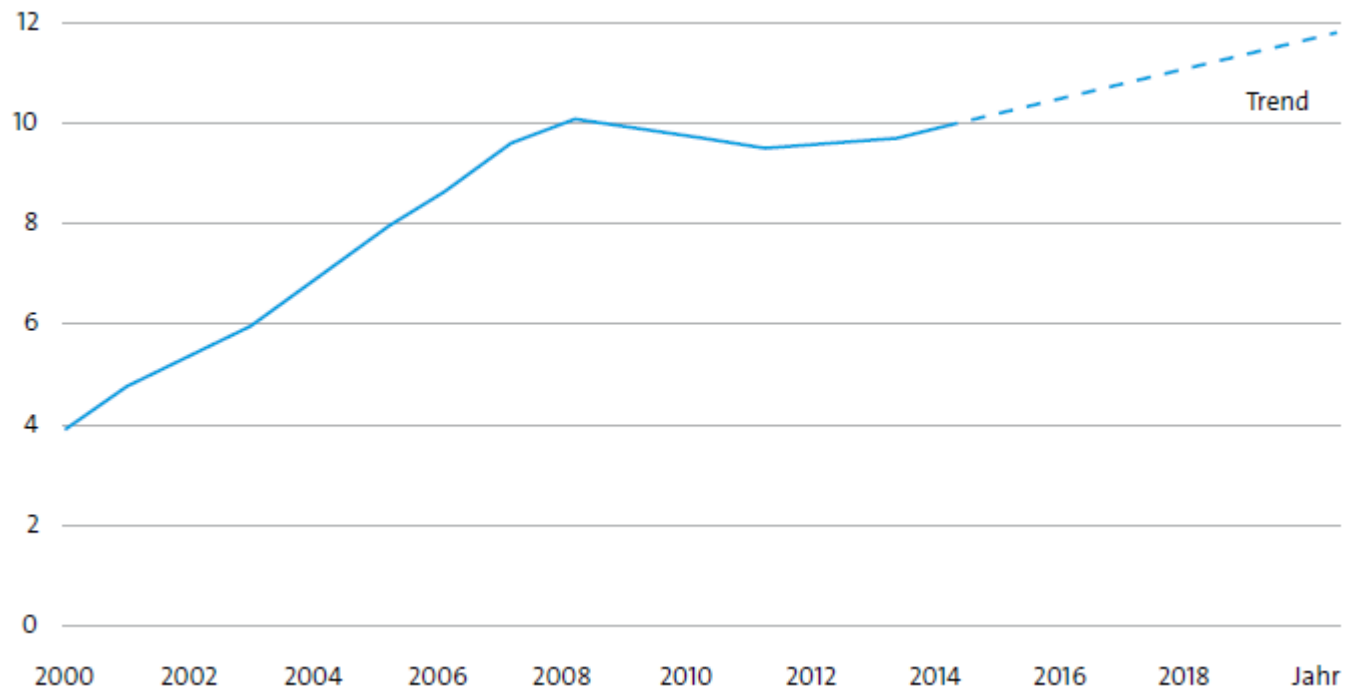


Quellen: Eurostat, Borderstep Institut

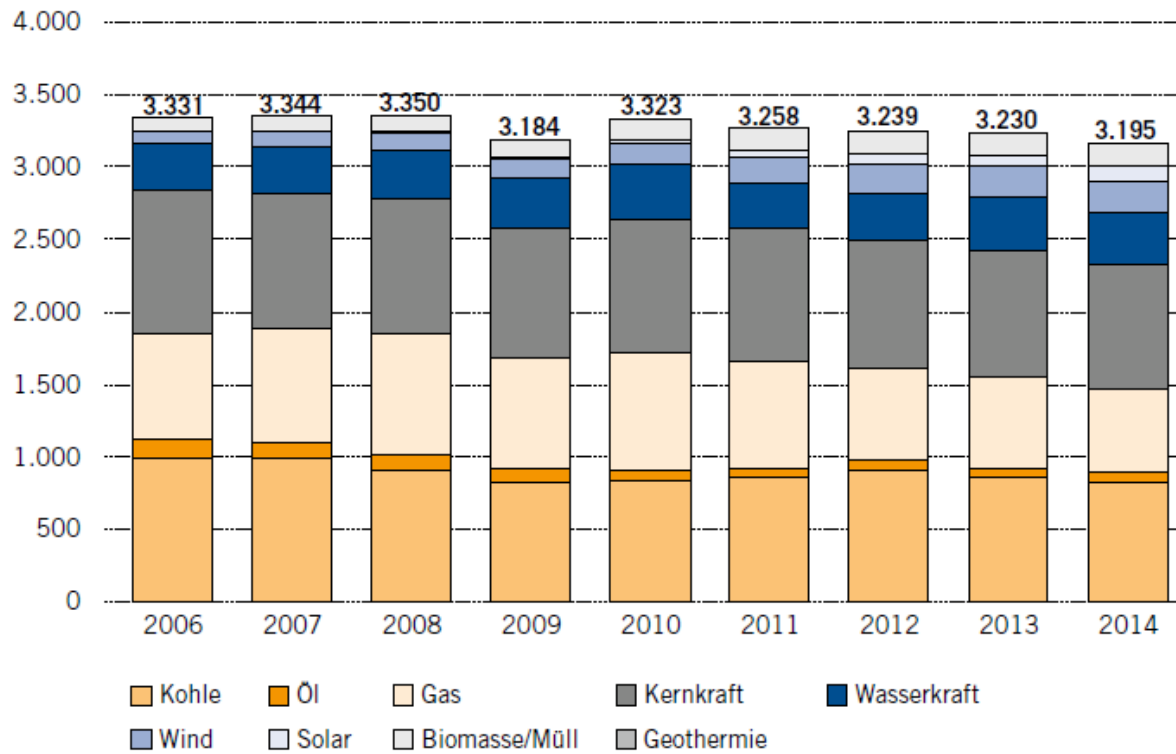
# Energieverbrauch

Verbrauch entspricht ca. 3 Mio. Privathaushalten

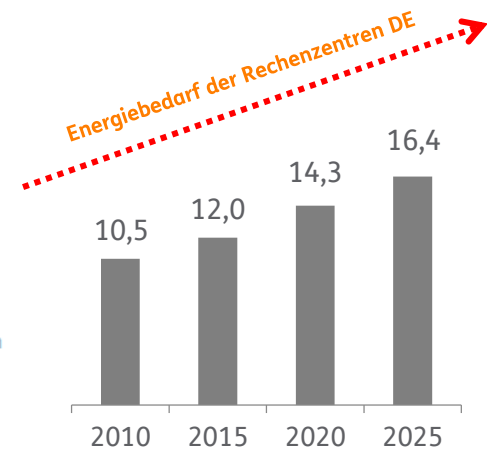
Energieverbrauch in deutschen Rechenzentren, in Mrd. kWh



# Entwicklung der Bruttostromerzeugung EU-28 2006 - 2014 in TWh



Quellen: IEA Statistiken, nationale Statistiken, Eurostat, IHS, eigene Abschätzungen



# Energiewende

Ausstieg aus fossilen Brennstoffen und Atomkraft

THOMAS  
KRENN®



"Ausbüxen gibt's nicht mehr"

Angela Merkel



# Rechenzentren

Etwa 2500 Rechenzentren in Deutschland

Größe	Anzahl der Rechenzentren 2013	Entwicklung der Anzahl 2008-2013
Klein (101-500 qm)	2150	+23%
Mittel (501-5000 qm)	280	+27%
Groß (>5000 qm)	70	+40%

Ca. 120.000 Arbeitsplätze in den Rechenzentren

Ca. 80.000 in angesiedelten Bereichen

# AGENDA

- Standortfaktor Stromkosten – Deutschland ist Schlusslicht
- Abwandern oder Strom sparen – wo sind die Potentiale im RZ
- Kühlung und Klimatisierung – Alternativen zu „heißer Luft“
- Vor- und Nachteile alternativer Kühlmethoden
- Abwärme-Nutzung – der Beitrag des RZ zur „Wärmewende“
- Hot Fluid® Computing als ganzheitliches Kühlungskonzept
- Potentiale und Chancen für Hersteller, RZ-Planer und Integratoren

# Optionen

Wie geht man mit diesem Zielkonflikt um?

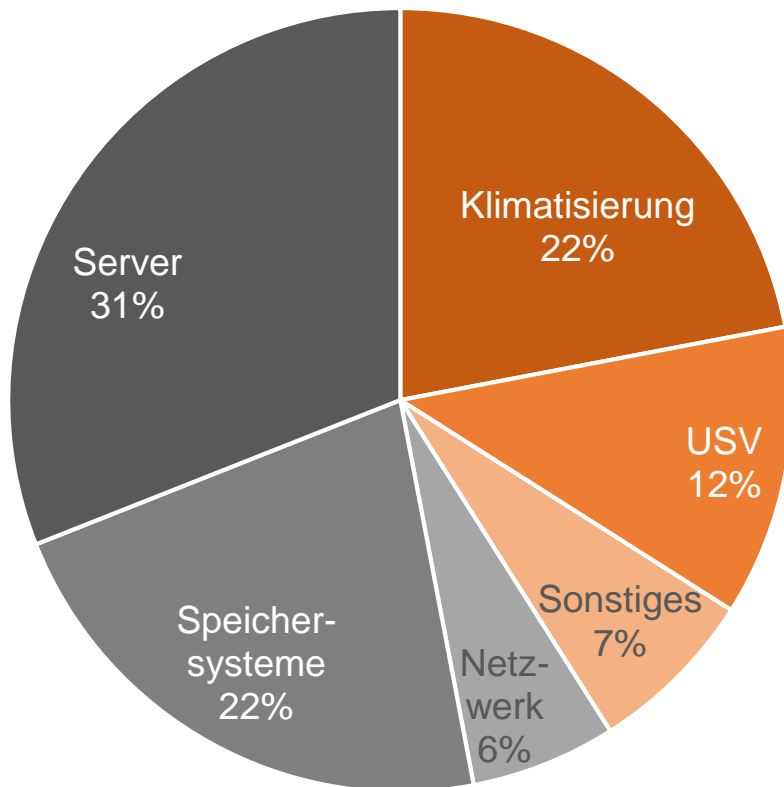
Option 1: Abwanderung zulassen – Energieverbrauch reduzieren

Option 2: Energiepreis für RZ senken – Infrastruktur im Land halten

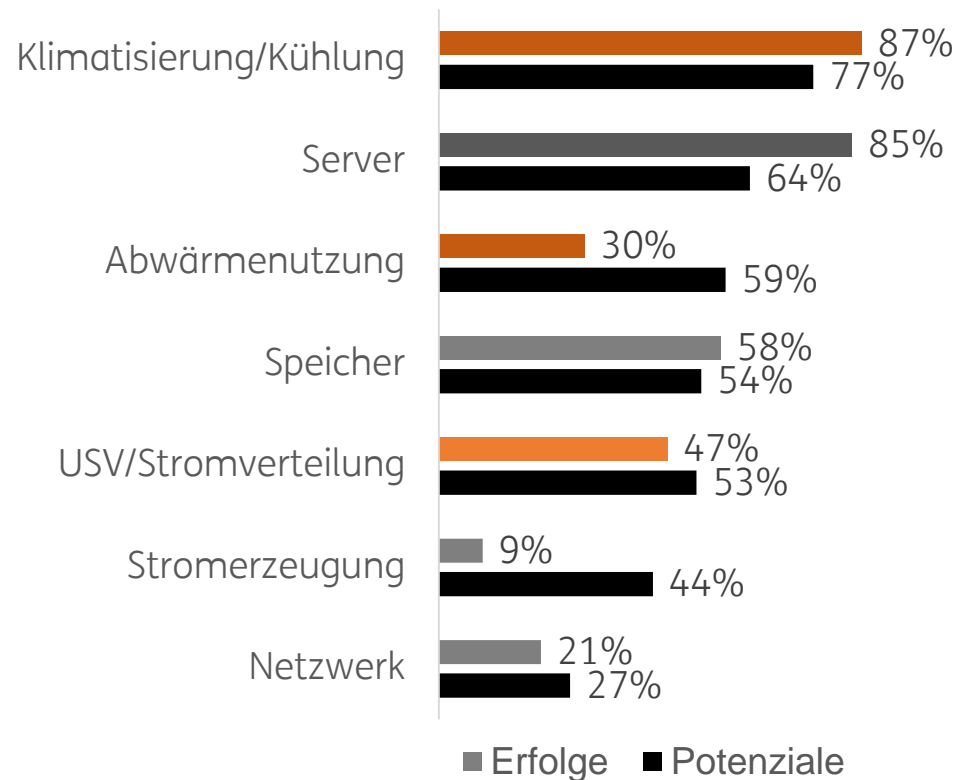
Option 3: Innovationsführerschaft bei Energieverbrauch im RZ fördern

# Potenziale zur Einsparung

Anteil am Jahres-Energieverbrauchs eines mittelgroßen Rechenzentrums



An welchen Stellen konnten Sie in den vergangenen Jahren Energieeinsparungen erreichen?  
Wo sehen Sie noch Einsparpotenziale in der Zukunft?

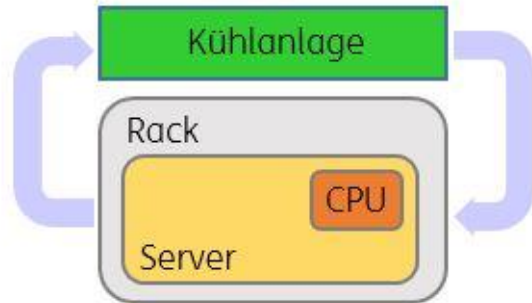


# AGENDA

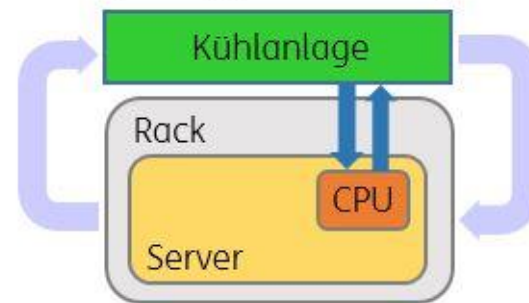
- Standortfaktor Stromkosten – Deutschland ist Schlusslicht
- Abwandern oder Strom sparen – wo sind die Potentiale im RZ
- Kühlung und Klimatisierung – Alternativen zu „heißer Luft“
- Vor- und Nachteile alternativer Kühlmethoden
- Abwärme-Nutzung – der Beitrag des RZ zur „Wärmewende“
- Hot Fluid® Computing als ganzheitliches Kühlungskonzept
- Potentiale und Chancen für Hersteller, RZ-Planer und Integratoren

# Varianten Flüssigkühlung

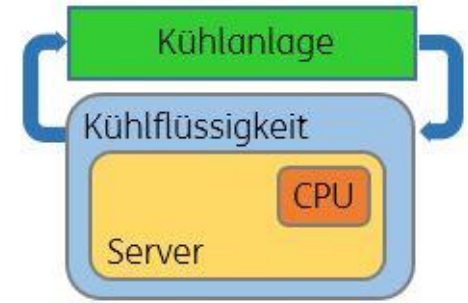
Luftkühlung



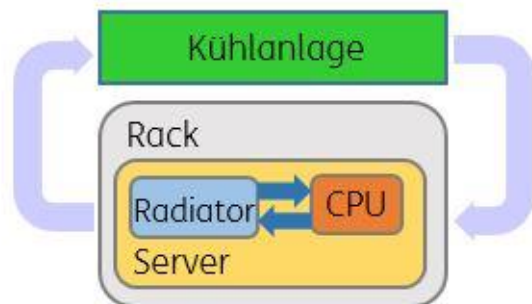
Hybrid-Kühlung  
(flüssig gekühlte CPU)



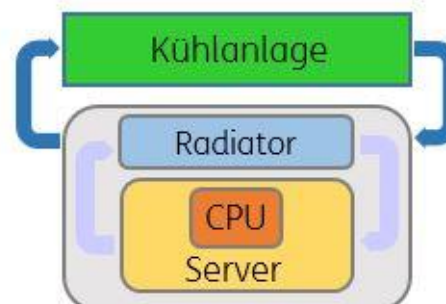
Immersionenkühlung



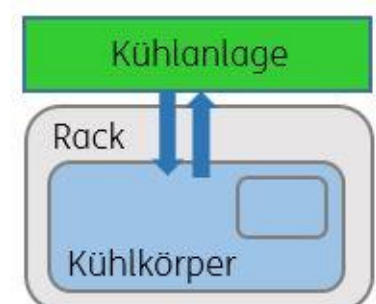
Flüssigkeits-unterstützte  
Luftkühlung



Flüssiggekühltes Rack



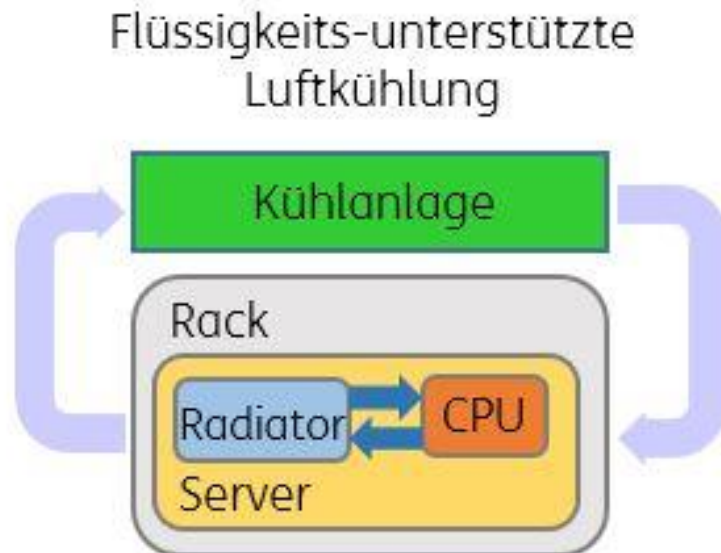
Flüssig-Kühlung  
(Kühlkörper)



# AGENDA

- Standortfaktor Stromkosten – Deutschland ist Schlusslicht
- Abwandern oder Strom sparen – wo sind die Potentiale im RZ
- Kühlung und Klimatisierung – Alternativen zu „heißer Luft“
- **Vor- und Nachteile alternativer Kühlmethoden**
- Abwärme-Nutzung – der Beitrag des RZ zur „Wärmewende“
- Hot Fluid® Computing als ganzheitliches Kühlungskonzept
- Potentiale und Chancen für Hersteller, RZ-Planer und Integratoren

# Vor- und Nachteile alternativer Kühlmethoden



» Vorteile:

- Günstige Anschaffung
- Einsatz seit Jahren in PCs / Workstations

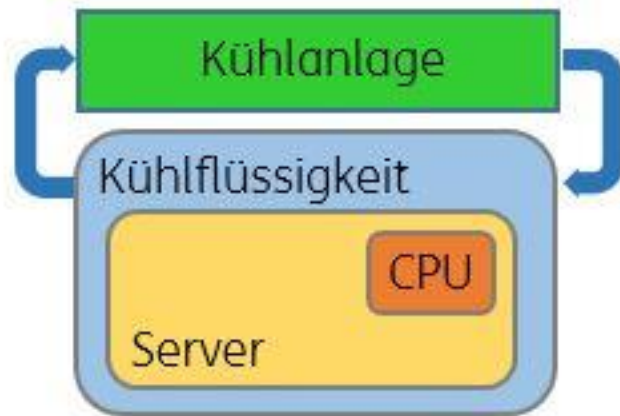
» Nachteile:

- Klimatechnik wird weiter benötigt
- Hohe TCO
- Consumer Produkte



# Vor- und Nachteile alternativer Kühlmethoden

## Immersionenkühlung



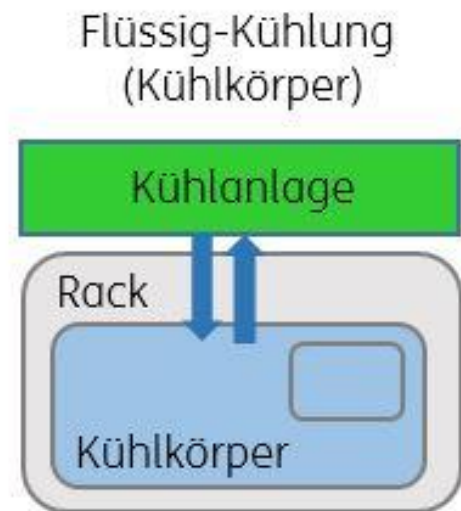
### » Vorteile:

- Wärme wird direkt bei den Hotspots abgenommen

### » Nachteile:

- Wartung schwierig oder nur durch speziell geschultes Personal möglich
- Flüssigkeit z.T. gesundheitsgefährdend
- Teure Infrastrukturkosten

# Vor- und Nachteile alternativer Kühlmethoden



## » Vorteile:

- Wärme wird direkt bei den Hotspots abgenommen
- Abwärme kann leichter genutzt werden

## » Nachteile:

- z.T. immer noch Luftkühlung  
Notwendig ( Netzteile, Netzwerk,  
... )
- Teure Infrastrukturkosten ( Luft  
und Flüssigkeit )

# AGENDA

- Standortfaktor Stromkosten – Deutschland ist Schlusslicht
- Abwandern oder Strom sparen – wo sind die Potentiale im RZ
- Kühlung und Klimatisierung – Alternativen zu „heißer Luft“
- Vor- und Nachteile alternativer Kühlmethoden
- Abwärme-Nutzung – der Beitrag des RZ zur „Wärmewende“
- Hot Fluid® Computing als ganzheitliches Kühlungskonzept
- Potentiale und Chancen für Hersteller, RZ-Planer und Integratoren

# Nutzung der RZ-Abwärme

(Quelle Bitkom)

- » **Potenziale zur Nutzung von Abwärme bleiben leider oft ungenutzt.** Dies gilt für heutige Rechenzentren oder Serverräume in klein- bis mittelständischen Unternehmen genau wie für reine Rechenzentren.
- » Die Gründe für die Nichtnutzung sind sehr unterschiedlich und zum Teil bedingt durch bauliche Gegebenheiten oder Beschränkungen durch angemietete Liegenschaften.
- » **Manchmal fehlt auch einfach das Bewusstsein für ein ganzheitliches Energiemanagement im Gebäude.**
- » In jedem Fall muss die Wärme aus den IKT-Räumen entfernt werden. Die abtransportierte Wärmeleistung wird jedoch selten weiter verwendet und **ungenutzt an die Umwelt abgegeben.**
- » **Innovative Konzepte** zeigen jedoch, dass die Nutzung der Abwärme von Rechenzentren durchaus zu **enormen Einsparungen** führen kann.
  - » Warme Abluft zum Heizen von Büros verwenden
  - » Warmwasserbereitung
  - » Absorber Klimageräte mit Abwärme speisen

# AGENDA

- Standortfaktor Stromkosten – Deutschland ist Schlusslicht
- Abwandern oder Strom sparen – wo sind die Potentiale im RZ
- Kühlung und Klimatisierung – Alternativen zu „heißer Luft“
- Vor- und Nachteile alternativer Kühlmethoden
- Abwärme-Nutzung – der Beitrag des RZ zur „Wärmewende“
- **Hot Fluid® Computing als ganzheitliches Kühlungskonzept**
- Potentiale und Chancen für Hersteller, RZ-Planer und Integratoren

# Lösungsansatz – die Symbiose

- » Serverkühlung durch Wärmerückgewinnung
  - Hot Fluid Computing
  - Die Abwärme wird genutzt oder verkauft
  - Die Erträge reduzieren die Stromkosten
  
- » Gleichspannungsversorgung der IT
  - Reduzierte Umwandlungsverluste
  - Ersetzt durch Batteriespeicher sämtliche Funktionen der unterbrechungsfreien Stromversorgung - USV
  
- » Einfache Einbindung von erneuerbaren Energien
  - Photovoltaik ausschließlich für den Eigenbedarf der IT – als Beitrag der Gleichspannungsversorgung

Ausschreibung von F&E Leistungen durch DLR, BMWi, KOINNO



## Flüssiggekühltes Server-System

Entwicklung und Auslieferung/Testbetrieb eines Prototypen

### Ziele

- Senkung Energieverbrauch des Systems
- Senkung Energieverbrauch der Kühlung
- Nutzbarmachung der Abwärme (Heizung)
- Reduktion des Platzverbrauchs
- Starke Reduktion der Wärme- und Geräuschemission

### Bedingungen

- Auslieferung nach 18 Monaten
- 50% der Entwicklungskosten (max. 100 TEUR) gefördert

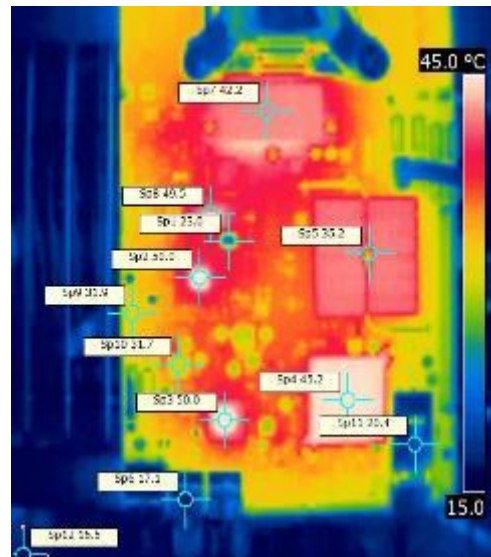
# Impressionen

## Analyse des Wärmeverhaltens

Versuchsaufbau Thermokammer



Wärmebild-Messungen



Komponenten und 3D Scan

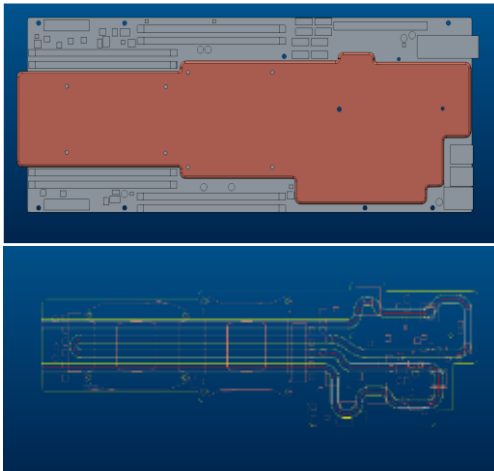




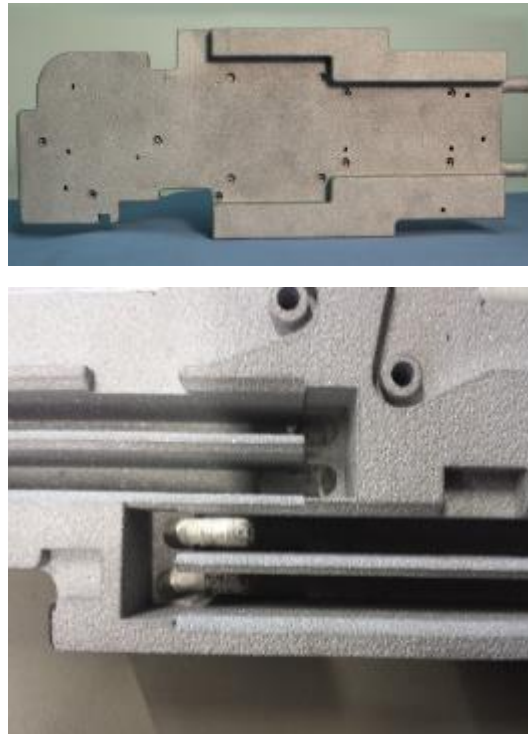
# Impressionen

## Entwicklung des ersten Kühlkörpers

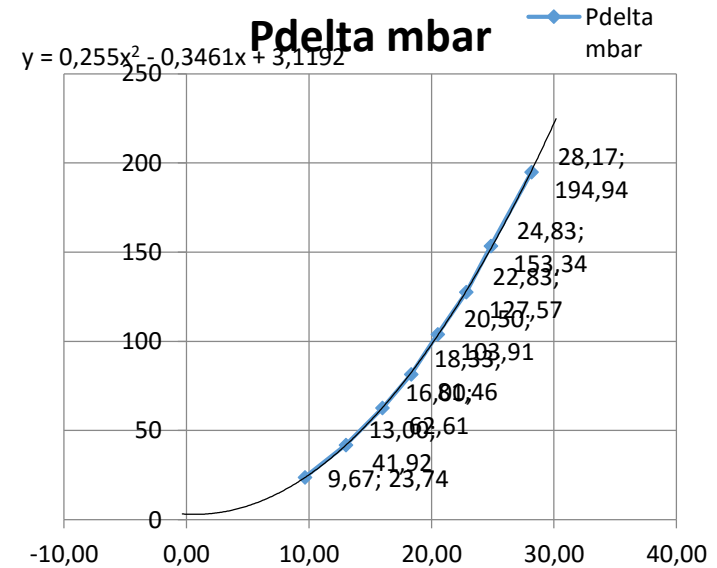
CAD-Konzeptentwicklung



3D Druck in Aluminium



Immer neue Tests

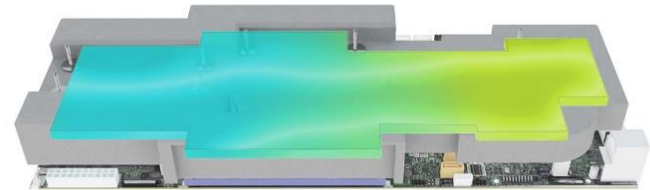


# Die Kernkompetenz

- » Direkte Flüssigkühlung vermeidet Hot Spots
- » Passive Kühlung – keine Lüfter, kein Lärm
- » Gleichmäßige Temperaturverteilung



Standard Luftkühlung



Hot-Fluid Computing



Mainboard-Oberfläche und Konnektoren

# Konfigurationsbeispiel

- » Integrierter Kühlkreislauf – geräuschlos - kommt ohne Rückkühler aus
- » 8 Mainboards
- » Ethernet Switch
- » Infiniband Switch
- » Redundante 3 kW-Netzteile für Gleichstrom oder Wechselstrom
- » Kleinere Konfigurationen in Baugruppenträger, siehe Beispiel
- » Größere Konfigurationen in Standard 19“ Serverracks
- » ca. 100% höhere Dichte in den Racks



# Einsatz im Büro

Hot-Fluid Computing

THOMAS  
KRENN®



- \_ keine Einflüsse auf Raumklima und Geräuschpegel
- \_ einfach zu installieren
- \_ hohe Performance

# Wärmenutzung

Wärmeerzeugung und -abführung getrennt



# Wärmenutzung

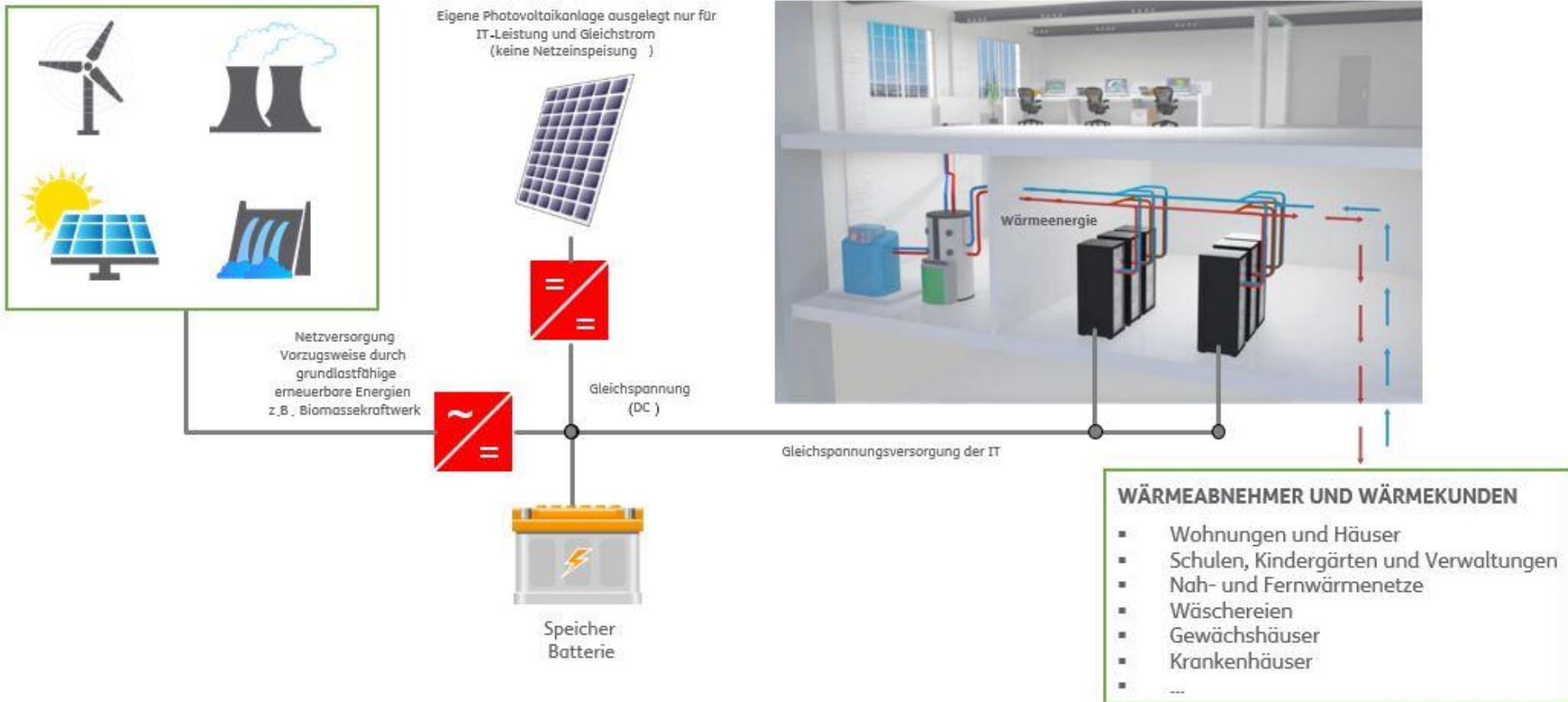
## Hot-Fluid Computing



- \_ Integration mit Gebäudetechnik über Standardverbindungen
- \_ keine zusätzliche Klimatisierung, Energierückgewinnung
- \_ Vereinfachte Infrastruktur, Wegfall Doppelboden und Klima-Infrastruktur
- \_ ca. 100% höhere Dichte in den Racks



# Energetische Symbiose



# Einsatzgebiete

Hot-Fluid Computing

THOMAS  
KRENN®

Bildgebung Praxis/Klinik



- Hohe Rechenleistung lokal verfügbar
- Lautlos
- Kaum Abwärme

Serverfarm im Heizungskeller



- K(l)eine baulichen Veränderungen
- Skalierbar
- Nutzung von Abwärme

Fernwärme aus dem RZ



- Bis zu 50% weniger Stromkosten
- Einnahmen durch Wärme-Verkauf
- Ideal für kommunale Versorger



# AGENDA

- Standortfaktor Stromkosten – Deutschland ist Schlusslicht
- Abwandern oder Strom sparen – wo sind die Potentiale im RZ
- Kühlung und Klimatisierung – Alternativen zu „heißer Luft“
- Vor- und Nachteile alternativer Kühlmethoden
- Abwärme-Nutzung – der Beitrag des RZ zur „Wärmewende“
- Hot Fluid® Computing als ganzheitliches Kühlungskonzept
- Potentiale und Chancen für Hersteller, RZ-Planer und Integratoren

# Ein Szenario als Beispiel

- » Ein 30 kW Rechenzentrum einer Stadtverwaltung versorgt durch die RZ-Abwärme einen benachbarten Kindergarten mit Wärmeenergie für die Heizung und die Warmwasserversorgung.
- » Das Rechenzentrum verfügt über eine eigene 30 kW Photovoltaikanlage. Die PV-Anlage liefert bei Sonnenschein Gleichspannung an das RZ, keine Einspeisung in das öffentliche Versorgungsnetz (kein Verwaltungsaufwand erforderlich). Wenn die PV-Anlage weniger Strom liefert als der Bedarf des RZ, übernimmt der Gleichrichter gleitend ganz oder teilweise die Versorgung.
- » Der Gleichrichter wird von dem öffentlichen Netz versorgt, vorzugsweise mit grundlastfähigen Biomassekraftwerken (BMHKW) im Hintergrund.
- » Der Kindergarten muss nur bei sehr tiefen Außentemperaturen teilweise auf die vorhandene Gasheizung zugreifen.
- » Das RZ muss nur bei hohen Außentemperaturen auf eine indirekte freie Kühlung zugreifen.

# Das nachhaltige Ergebnis

- » Das Rechenzentrum (RZ) wird durch die PV-Anlage fast 1.000 Stunden pro Jahr voll versorgt. Kosten für Strom entstehen für viele Betriebsstunden nicht.
- » Die Batterieanlage ersetzt eine USV-Anlage, Investitions- und Wartungskosten für die USV entstehen nicht.
- » Durch die Gleichstromversorgung entstehen weniger Umwandlungsverluste, sonst übliche Verlustleistungen der USV entstehen nicht.
- » Die Abwärme des RZ muss nicht aufwendig gekühlt werden, dadurch geringere Stromkosten.
- » Der Kindergarten wird **fast ausschließlich durch das RZ mit Wärme versorgt**, die vorhandene Gasheizung läuft als Stütze nur wenige Wochen pro Jahr.
- » **Ohne Wärmewende keine Energiewende!**

***Im physikalischen Sinne des Energieerhaltungssatzes ist ein Verlust von Energie nicht möglich.***

*In der IT wird fast 100% der elektrischer Energie in Wärme umgewandelt.*

- 1. Die Abwärme können wir mit zusätzlicher Energie in die Atmosphäre „verklappen“, somit Erderwärmung*
- 2. Die Abwärme können wir als Wärmeenergie nachhaltig nutzen und sparen damit an anderer Stelle!*

# Rechenzentrums-Plattform

## Selektive Grob-Schätzung

No	Position	RZ-Plattform	Konventionelles Kühlsystem
		Neubau eines Tier-3 RZ mit 1 MW Leistung	Neubau eines Tier-3 RZ mit 1 MW Leistung
1	Gebäudekosten	IT-Fläche qm 200 Bruttofläche/IT-Fläche 1,2 Kosten pro qm 1.700 € <b>Gesamt 400 TEUR</b>	IT-Fläche qm 400 Bruttofläche/IT-Fläche 1,5 Kosten pro qm 2.500 € <b>Gesamt 1.500 TEUR</b>
2	Infrastruktur	3.000 € pro qm IT-Fläche <b>Gesamt 600 TEUR</b>	7.000 € pro qm IT-Fläche <b>Gesamt 2.800 TEUR</b>
3	Stromkosten Klimatisierung (12 Cent/W über 10 Jahre)	PuE 1,01 (10 kW) <b>Gesamt 100 TEUR</b>	PuE 1,2 (300 kW) <b>Gesamt 3.300 TEUR</b>
	Energieverwertung	Einspeisung nicht bewertet: 0 TEUR	Nicht verwertbar: 0 TEUR
	<b>Gesamt-Lebenszykluskosten</b>	<b>1.100 TEUR</b>	<b>7.600 TEUR</b>

# Bundespolitik setzt auf Energieeffizienz

Hot Fluid Computing  
auf dem CeBIT-  
Gemeinschaftsstand  
des BMWi



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie



Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit!