

# Energieeffiziente Klimatisierungskonzepte

*bedarfsgerecht, effizient & wirtschaftlich*

- STULZ GmbH Klimatechnik
- Welche Energieeinsparpotentiale gibt es bei der Klimatisierung?
- Thermodynamische Hebefaktoren
- Einfluß der Hebefaktoren auf die Energieeffizienz
- Potentiale durch neue Klimakonzepte
- Mission Energy – Energetische Verbesserungen für Bestandsanlagen

# Energieeffiziente Klimatisierungskonzepte

*bedarfsgerecht, effizient & wirtschaftlich*

- STULZ GmbH Klimatechnik

# STULZ Gruppe



**Kunststofftechnik** € ≥ 400 Mio  
**Klimatechnik** € ≥ 300 Mio

**Total** € ≥ 700 Mio

## Mitarbeiter

**Kunststofftechnik** ≥ 2.400  
**Klimatechnik** ≥ 1.600

**Total** ≥ 4.000

## Klimatechnik

Herstellung und Vertrieb von Klima-geräten, Klimälösungen und Services.

**STULZ GmbH**, Deutschland (P)

**STULZ Pty Ltd.**, Australia  
**STULZ-ATS (Shanghai)**, China (P)  
**STULZ France S.A.R.L.**, France  
**STULZ UK Ltd.**, Great Britain  
**STULZ CHSPL Pvt. Ltd.**, India (P)  
**STULZ SpA**, Italy (P)  
**STULZ Groep B.V.**, Netherlands  
**STULZ Ltd.**, New Zealand  
**STULZ Polska Sp. z o.o.**, Poland  
**STULZ España S.A.**, Spain  
**STULZ-ATS Inc.**, USA (P)  
**STULZ South Africa Pty. Ltd.**, ZA

(P): Produktionsstätte

## Kunststofftechnik

Entwicklung und Produktion von Kunststoff-Präzisionsteilen für die Automobil-Industrie.

**Montaplast GmbH**, Germany

**Montaplast of North America, Inc.**, USA

**Montaplast Automotive System (SIP) Co., Ltd.**, China

**Montaplast of Japan Ltd**, Japan

*...und weltweit vertreten in 110 weiteren Ländern mit Vertriebspartnern*

## *STULZ: Zuverlässiger Systempartner für sichere IT Cooling Solutions and Services*



*...von der **Produktherstellung** über die **Systemlösung** bis hin zum **Service***

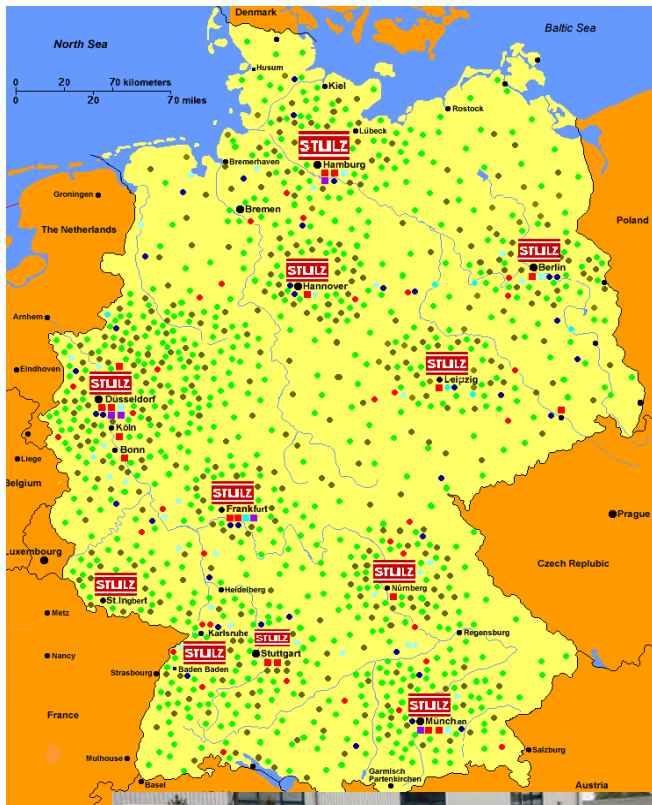
### **STULZ Niederlassungen**

Hamburg ( Zentrale )  
Hannover  
Berlin  
Düsseldorf  
Leipzig  
Frankfurt  
Nürnberg  
St. Ingbert  
Stuttgart  
Karlsruhe  
München



## STULZ Service

Nachhaltige Betriebssicherheit durch bedarfsgerechte Servicekonzepte – **140 STULZ Service-techniker** sichern bundesweit einen flächendeckenden Service mit kürzesten Zugriffszeiten.



- Klimaservice von der Instandsetzung bis hin zum Vollunterhalt der Klimatechnik
- 24/7 verfügbarer Notdienst
- Technisches Gebäudemanagement für die Gewerke
  - Kälte/Klimaanlagen
  - Systemstromversorgung
  - Betriebskritischer Infrastruktur
- STULZ Portal: webbasiertes Dokumentenmanagement
- Regionale und überregionale Servicestruktur
- Ersatzteillogistik über ein Zentrallager, 11 Stützpunktlager sowie mobile Bevorratung

*.....nicht nur für STULZ Produkte!*

# Energieeffiziente Klimatisierungskonzepte

*bedarfsgerecht, effizient & wirtschaftlich*

- Welche Energieeinsparpotentiale gibt es bei der Klimatisierung?

# PUE: „Das Maß“ für die Energieeffizienz von Rechenzentren

*Definition gemäß der Green Grid Organisation*



$$\text{PUE} = \frac{\text{Total Facility Power}}{\text{IT Equipment Power}}$$

**PUE = Power Usages Effectivness**

*PUEs liegen heute im Bereich von ca. (1,2) 1,5 - 3,5*

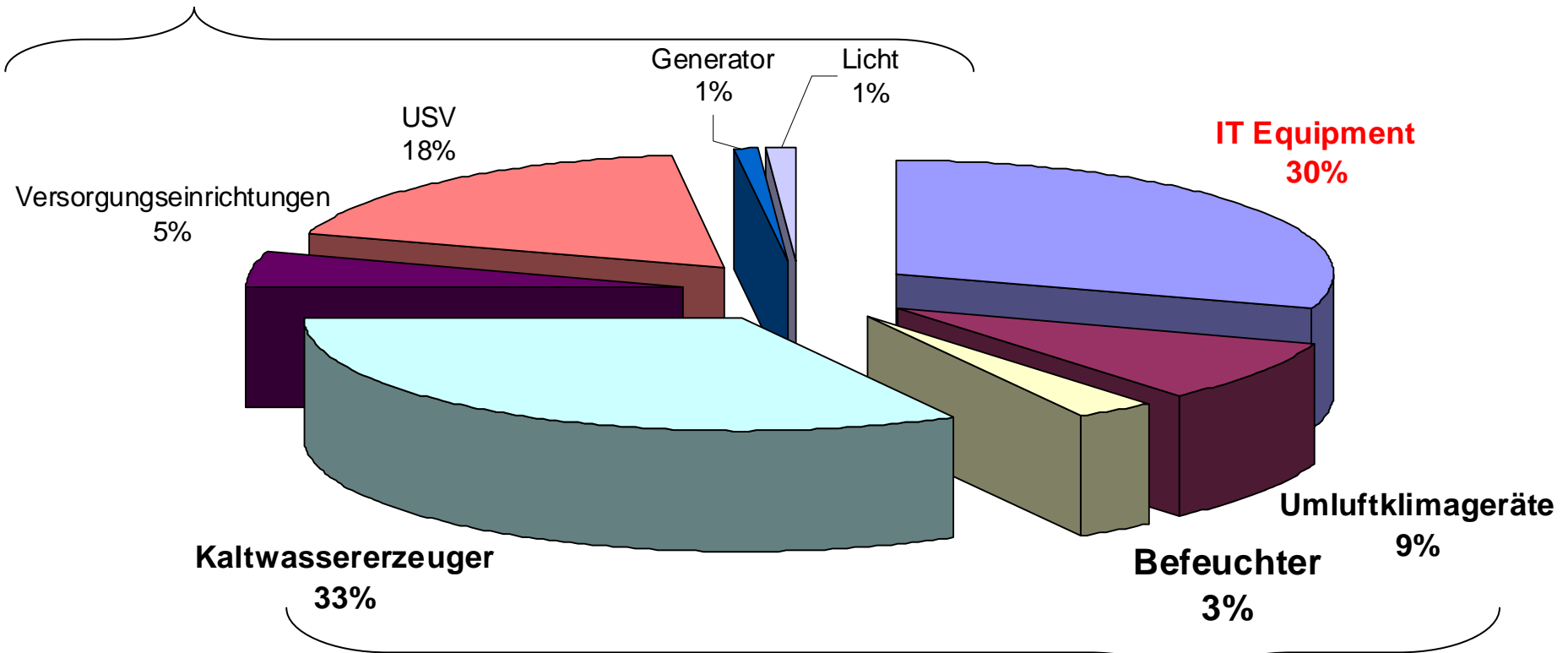
*„Je niedriger der Wert, desto besser!“*

*Der Jahresgang entscheidend – punktuelle Messungen liefern nur punktuelle Aussagen!*

DCIE = **D**ata **C**enter **I**nfrastructur **E**fficiency gibt das Verhältnis vom Energiebedarf der IT zum gesamten Energiebedarf im Rechenzentrum an.

## Beispiel: Klimatisierung über kaltwassergekühlte Klimaschranke und zentraler Kaltwassererzeugung (ohne Freie Kühlung)

25% Power u.a.



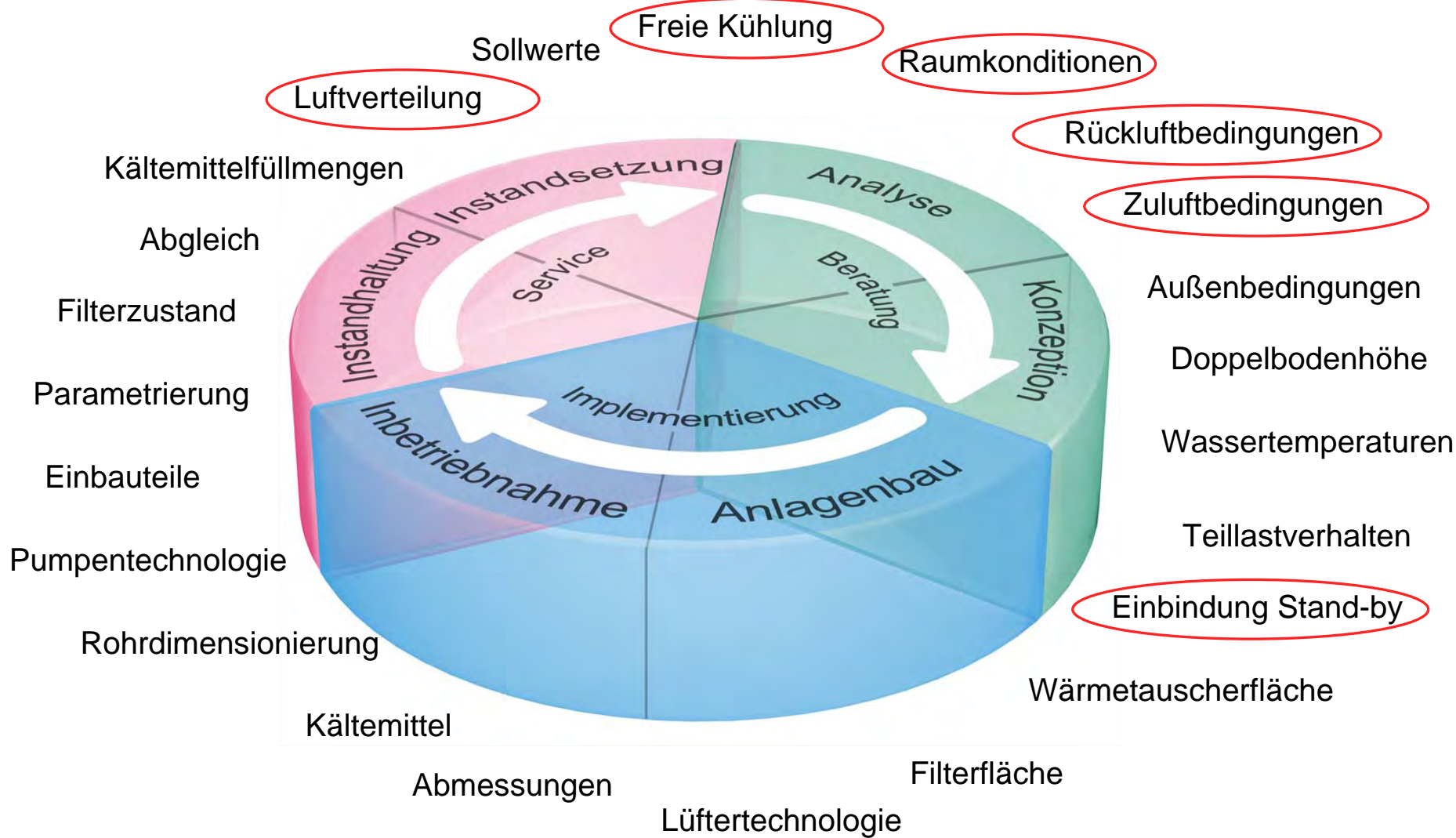
$$\text{PUE} = \frac{\text{Total Facility Power } 100\%}{\text{IT Equipment Power } 30\%} = 3,33$$

45% Klimatechnik

*(„sehr viel Optimierungsbedarf“)*



# Einflüsse der Klimatechnik auf den PUE oder: Wo liegen die Potentiale!



# Energieeffiziente Klimatisierungskonzepte

*bedarfsgerecht, effizient & wirtschaftlich*

- Thermodynamische Hebefaktoren

Der thermodynamische Zusammenhang zwischen benötigter Luftmenge, abzuführender Wärmelast und notwendiger Temperaturdifferenz:

Beispiel: Notebook Computer  $\dot{Q}_o = 60\text{W}$  (max.)

Raumtemp. 20°C „Ansaug“ => Ausblaß 40°C; d.h.  $\Delta T = 20\text{K}$

=>  $\dot{V}_l = 2,5 \text{ l/s}$



Der thermodynamische Zusammenhang zwischen benötigter Luftmenge, abzuführender Wärmelast und notwendiger Temperaturdifferenz :

$$\dot{V}_l = \frac{\dot{Q}_o}{\rho_{\text{Luft}} \times c_{p\text{Luft}} \times \Delta T}$$

„Konstante“ Werte:

Dichte der Luft  $\rho_{\text{Luft}} = 1,185 \text{ kg/m}^3$

Spezifische Wärmespeicherkapazität der Luft  $c_{p\text{Luft}} = 1,0045 \text{ kJ/kg/K}$

Beispiel: Datacenter  $\dot{Q}_o = 1 \text{ MW}$

Zulufttemp.  $20^\circ\text{C}$  => Abluft  ~~$30^\circ\text{C}$~~ <sup>40</sup>; d.h.  $\Delta T =$  ~~$10\text{K}$~~ <sup>20</sup>

=>  $\dot{V}_l =$  ~~$84,01 \text{ m}^3/\text{s}$~~ <sup>42,0</sup> bzw.  ~~$302.436,5 \text{ m}^3/\text{h}$~~ <sup>151.218,25</sup>



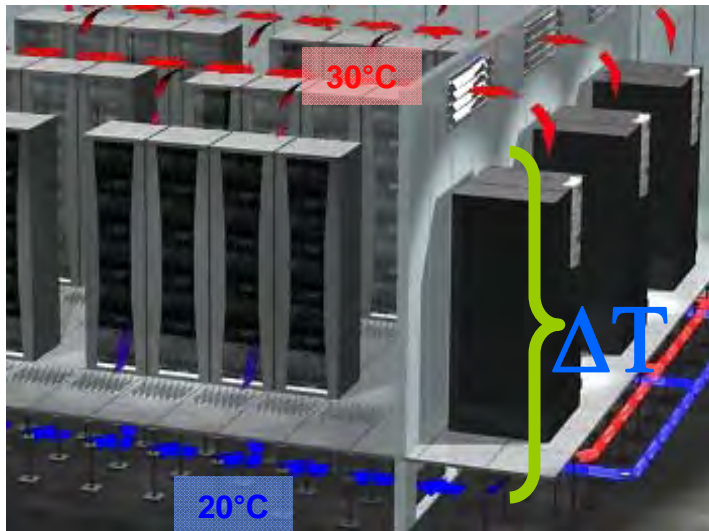
*Verdoppelung der Temperaturdifferenz führt zur Halbierung der benötigten Luftmenge, dadurch kann die Lüfterantriebsleistung reduziert werden!*

$\dot{Q}_o$  abzuführende Wärmelast = „feststehend“

$\dot{V}_l$  Luftmenge = „resultierend“

Durch welche Maßnahmen läßt sich die Temperaturdifferenz  $\Delta T$  steigern ?

*....um die Luftmenge möglichst zu minimieren!*



- Optimierung des Luftstroms
- Bildung von Kalt/Warmgängen
- Kaltgangeinhausungen
- Warmgangeinhausungen
- Klimageräte rücken an das ITK Equipment

*Zusätzlicher Effekt: „Höhere“ Rücklufttemperaturen schaffen optimale Voraussetzungen für eine möglichst lange Nutzung der Freien Kühlung im Jahresverlauf!*

## Zusammenfassung: Thermodynamische Hebefaktoren

### ➤ Maximierung der Temperaturdifferenz

⇒ kleinere Luftmenge und reduzierte Lüfterantriebsleistung

### ➤ Erhöhung der Rücklufttemperatur

⇒ optimierte Bedingungen für den Einsatz der Freien Kühlung

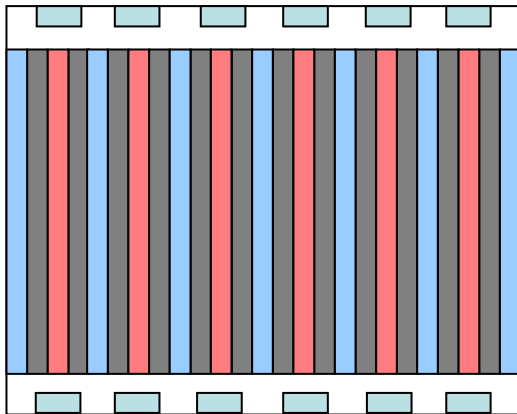
# Energieeffiziente Klimatisierungskonzepte

*bedarfsgerecht, effizient & wirtschaftlich*

- Einfluß der Hebefaktoren auf die Energieeffizienz

# Einfluß der Temperaturdifferenz auf die Lüfterantriebsleistung

Rechenzentrum  
 Raumgröße: 600m<sup>2</sup>  
 Wärmelast: 1,66kW/m<sup>2</sup>  
 ø Wärmelast: 4,2kW/Rack



		<b>1. Szenario</b>	
Wärmelast	kW		1.000
Gesamtlüfterantriebsleistung	kW		44
<b>Gesamtwärmelast</b> $\dot{Q}_o$	<b>kW</b>		<b>1.044</b>
Rücklufttemperatur	°C		30
Zulufttemperatur	°C		20
<b>Temperaturdifferenz</b> $\Delta T$	<b>K</b>		<b>10</b>
<b>erforderliche Luftmenge</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>		<b>316.000</b>
Anzahl der Klimageräte	n		12
Anzahl der betriebenen Klimageräte	n		<b>10</b>
max.Luftmenge Klimagerät	m <sup>3</sup> /h		33.000
verteilte Luftmenge pro Gerät	m <sup>3</sup> /h		<b>31.600</b>
<b>verteilte Gesamtluftmenge</b> $\dot{V}_l$	<b>m<sup>3</sup>/h</b>		<b>316.000</b>
Kälteleistung Qsens	kW		109,8
Gesamtkälteleistung Qsens	kW		1.098
Lüfterantriebsleistung pro Gerät	kW		<b>4,4</b>
<b>Gesamtlüfterantriebsleistung</b>	<b>kW</b>		<b>44,0</b>
<b>Betriebskosten (Basis €0,15/kWh)</b>	<b>€a</b>		<b>57.816</b>

## Betriebskosteneinsparung



## ***...wie läßt sich dies in der Praxis realisieren?***

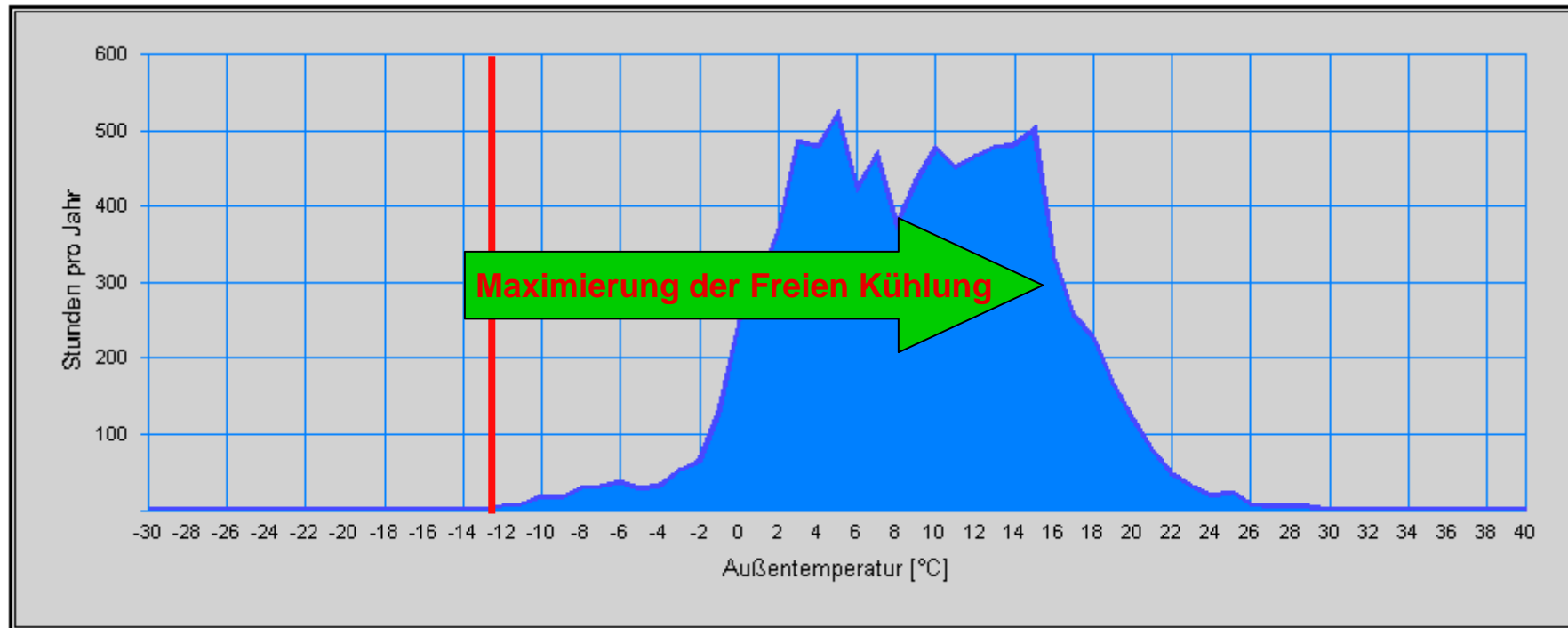
In der Praxis kann die Maximierung der Temperaturdifferenz durch die nachfolgenden Maßnahmen betrieben werden, um sich möglichst weit an den „Idealzustand 1:1“ anzunähern:

- **Optimierung des Luftstroms**
- **Bildung von Kalt/Warmgängen**
- **Kaltgangeinhausungen**
- **Warmgangeinhausungen**
- **Klimageräte rücken an das ITK Equipment**

***Diese Maßnahmen führen zur Reduzierung der Luftkurzschlüsse!***

## Einfluß der Rücklufttemperatur auf die Freie Kühlung

Bsp.: Jahrestemperaturstunden in Hamburg



***Je höher die Rücklufttemperatur, desto länger kann die Freie Kühlung genutzt werden!***

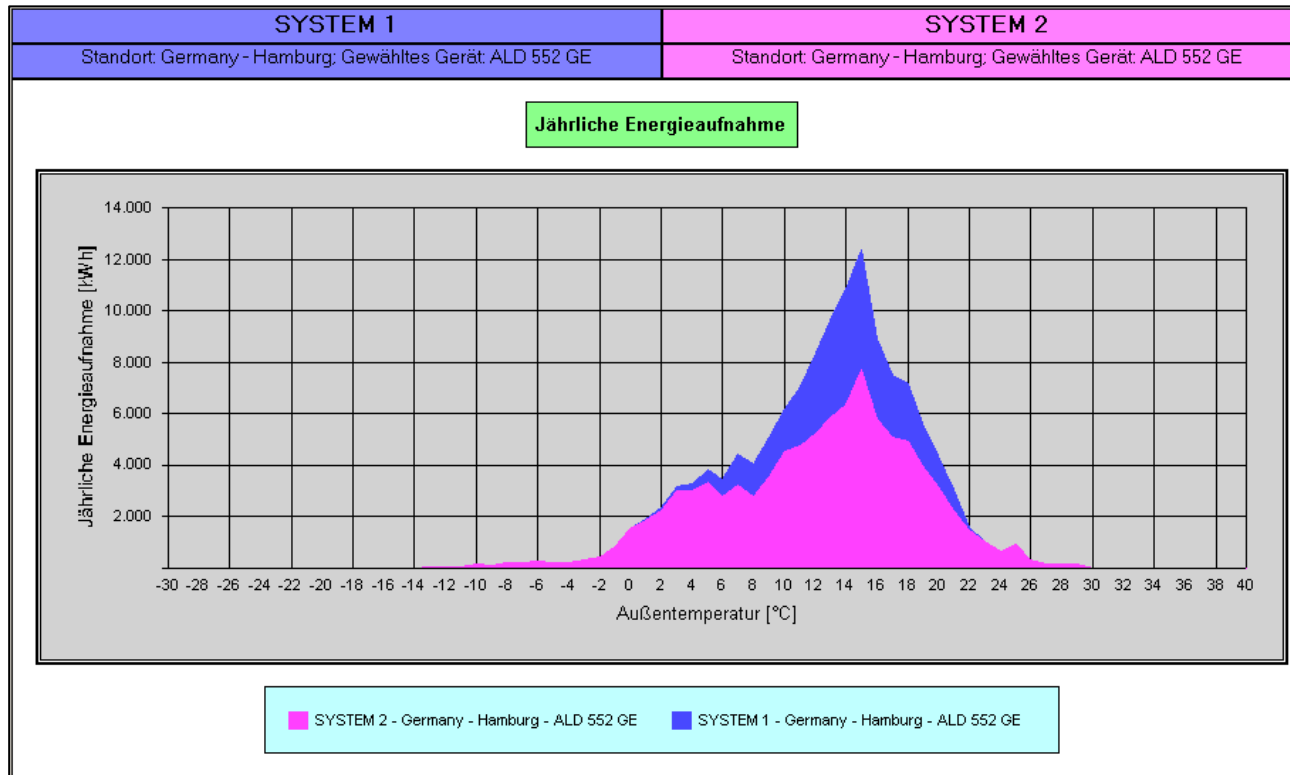


---

## Einfluß der Rücklufttemperatur auf die Freie Kühlung

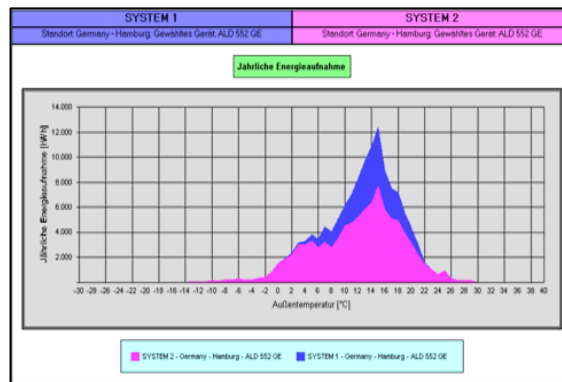
# Einfluß der Rücklufttemperatur auf die Freie Kühlung

24°C/50%r.F. vs. 29°C/30%r.F.



*Die höhere Rücklufttemperatur kann über einen längeren Zeitraum im Jahr ohne den Betrieb der Kältemaschine hergestellt werden !!!*

# Einfluß der Rücklufttemperatur auf die Freie Kühlung



## 1. Szenario

Wärmelast	kW	100	
Klimageräte ALD552GE	n	2+1	
<b>Rückluftbedingung <math>\Delta T</math></b>	<b>°C/%r.F.</b>	<b>24/50</b>	
Starttemperatur FC	°C	7	
Starttemperatur EFC	°C	10	
Starttemperatur MIX	°C	21	
Jahresbetriebsstunden FC	h	3.767	43%
Jahresbetriebsstunden EFC	h	1.314	15%
<b>JBS "ohne Kältemaschine"</b>	<b>h</b>	<b>5.081</b>	<b>58%</b>
Jahresbetriebsstunden MIX	h	3.504	40%
Jahresbetriebsstunden DX	h	175	2%
Jahresenergiebedarf	kWh	131.320	
Energiekosten	€/kWh	0,15	
<b>Jahresbetriebskosten</b>	<b>kWh</b>	<b>19.698</b>	

**Betriebskosteneinsparung**

## Resümee

### ***... so wenig Luft wie möglich***

- => Vergrößerung der Temperaturdifferenz
- => Eliminierung von Luftkurzschlüssen
- => Reduzierung der Luftmenge
- => Reduzierung der Lüfterantriebsleistung
- => Reduzierung der Betriebskosten

***...und trotzdem kann die gleiche Wärmelast abgeführt werden!***

### ***... Temperaturniveau so hoch wie möglich***

- => Maximierung der freien Kühlung
- => Reduzierung der Betriebszeit der Kältemaschine
- => Reduzierung der Betriebskosten

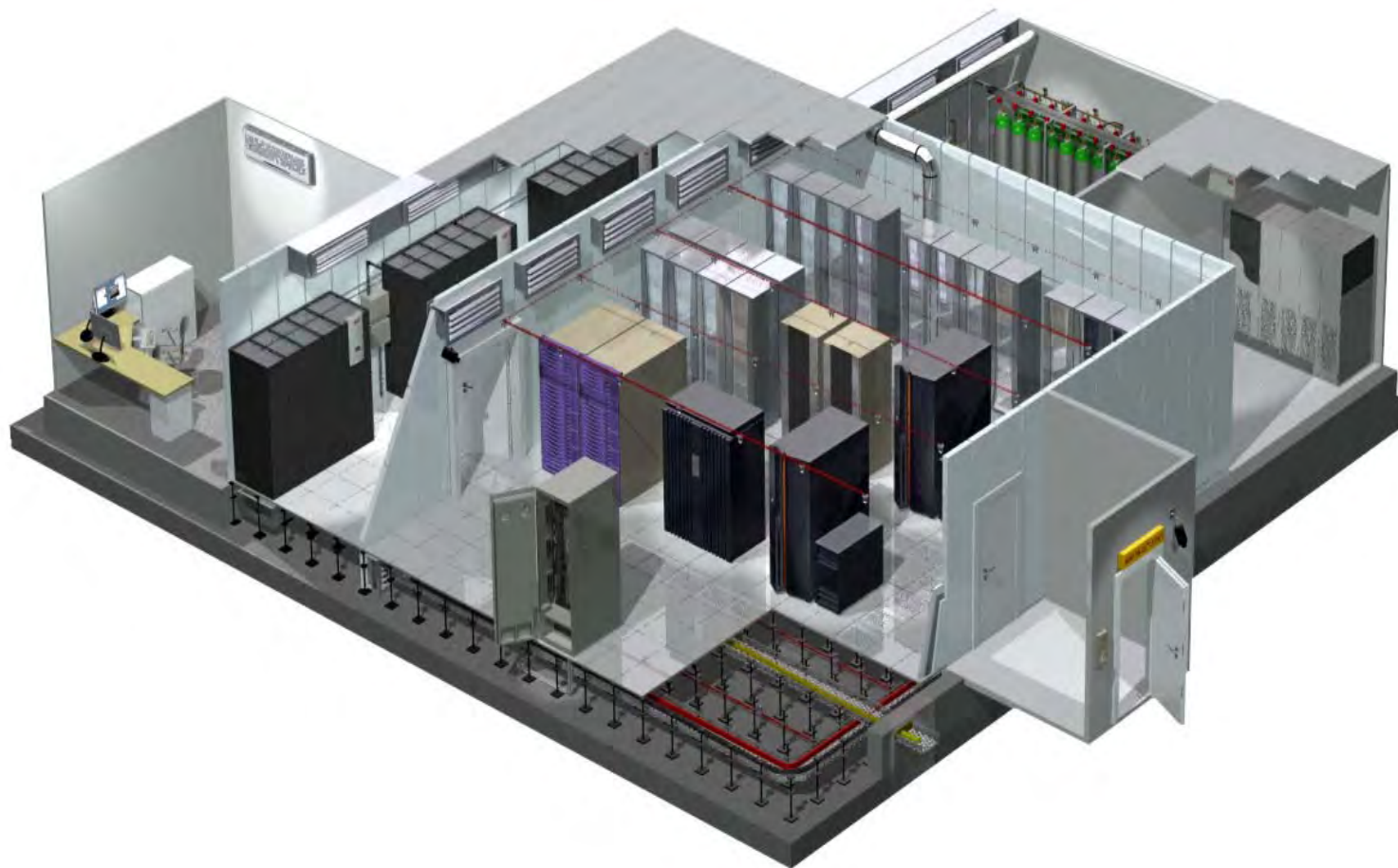
***... und trotzdem kann die gleiche Wärmelast abgeführt werden!***

# Lösungen für RZ-Klimatisierung

*bedarfsgerecht, effizient & wirtschaftlich*

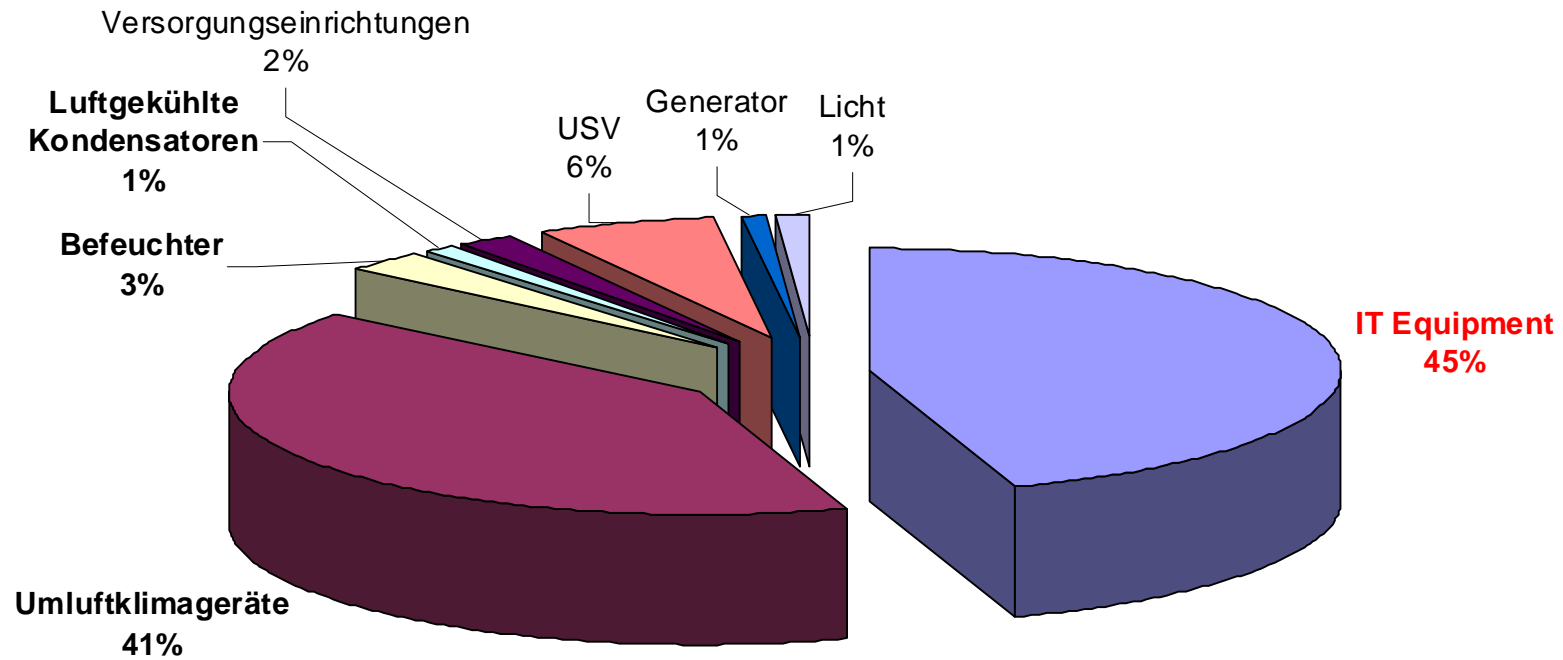
- Potentiale durch neue Klimakonzepte

## Rechenzentrums / ITK Raum Klimatisierung





## DX Klimasystem "ohne Freie Kühlung"



$$\text{PUE} = \frac{\text{Total Facility Power } 100\%}{\text{IT Equipment Power } 45\%} = 2,22$$

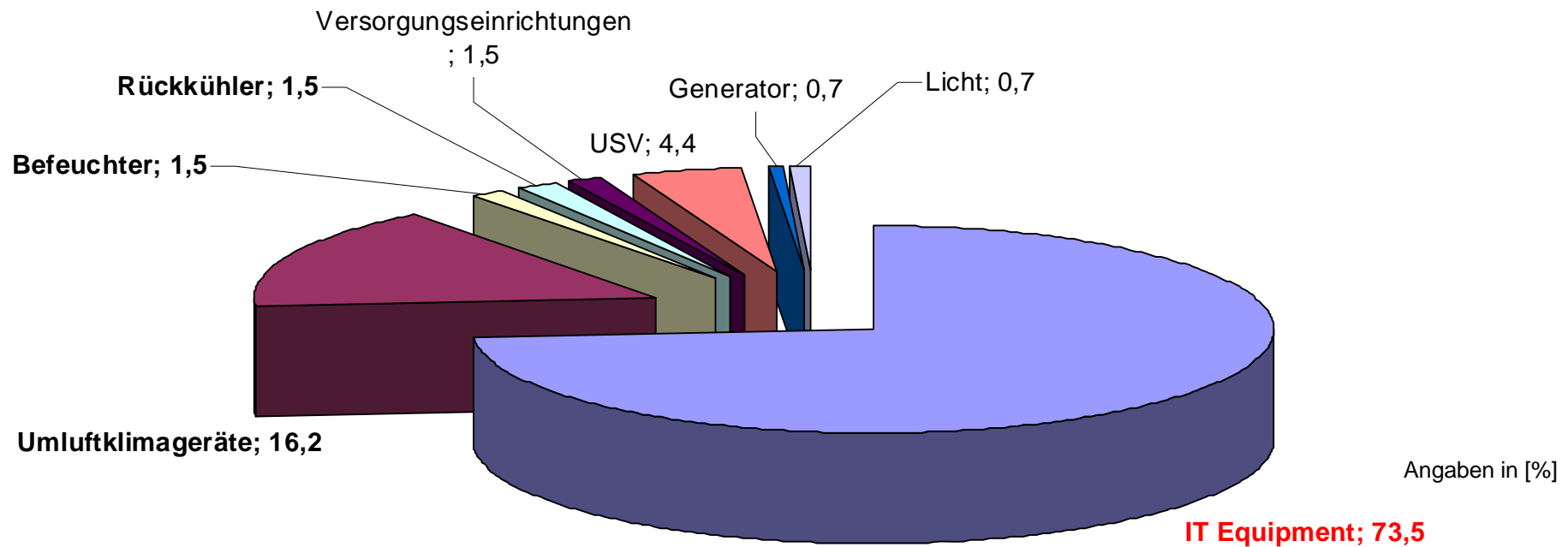


---

# Umluftklimasystem mit **Indirekter** Freier Kühlung

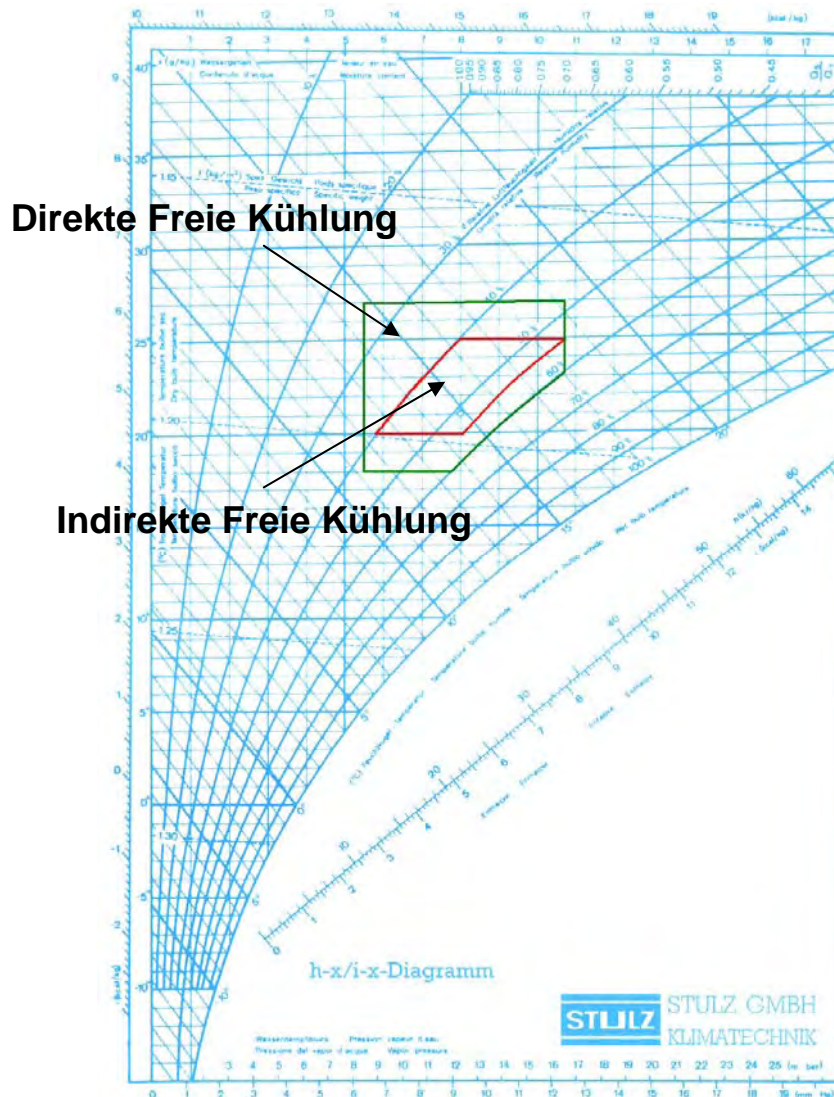
## Umluftklimatisierung über Präzisionsklimageräte PLUS Klimageräte an den Racks – Beide Systeme verwenden die **Indirekte Freie Kühlung**

## DFC Klimasystem mit "Indirekter Freier Kühlung" bzw. Kombination mit Rackklima mit "Indirekter Freier Kühlung"



$$\text{PUE} = \frac{\text{Total Facility Power } 100\%}{\text{IT Equipment Power } 73,5\%} = 1,36$$

## Weitere Potentiale den PUE zu verbessern: Größere Temperatur- und Feuchtetoleranz



— ASHRAE TC 9.9 - 2004

— ASHRAE TC 9.9 - 2008

*Veränderte Anforderungen an die Klimatisierung machen **neue** Klimakonzepte möglich!*

**oder**

*Enge Toleranzen für Temperatur und Luftfeuchtigkeit erfordern nach wie vor Umluftklimatisierung!*

# PUE Verbesserung: ...der Jahrestemperaturgang macht es möglich!

WETTERDATEN									
Mittlere jährliche Stundenanzahl, gemäß DIN 4710 Januar 2003									
	Berlin	Bremerhaven	Essen	Frankfurt	Hamburg	Mannheim	München	Nürnberg	Stuttgart
% Anteil	87,6	94,1	91,2	86,8	92,6	85,7	90,0	88,9	90,7
Stunden	7.672	8.239	7.992	7.601	8.111	7.508	7.883	7.787	7.942

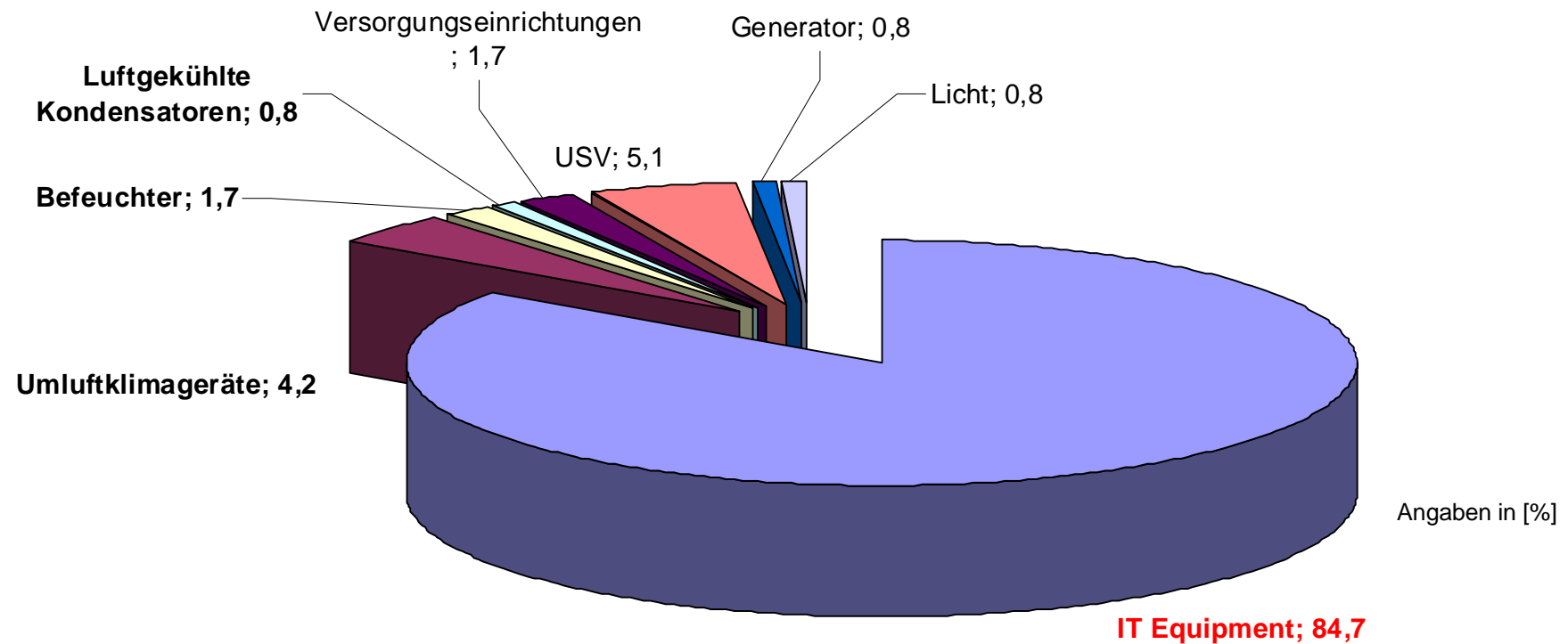
% Anteil = Prozentualer Anteil der Jahrestemperaturstunden bis einschließlich 18°C  
 Stunden = Jahrestemperaturstunden bis einschließlich 18°C

**d.h. in Deutschland sind mindestens 85% des Jahres die Temperaturen  $\leq 18^\circ\text{C}$**



# Klimasystem mit **Direkter** Freier Kühlung

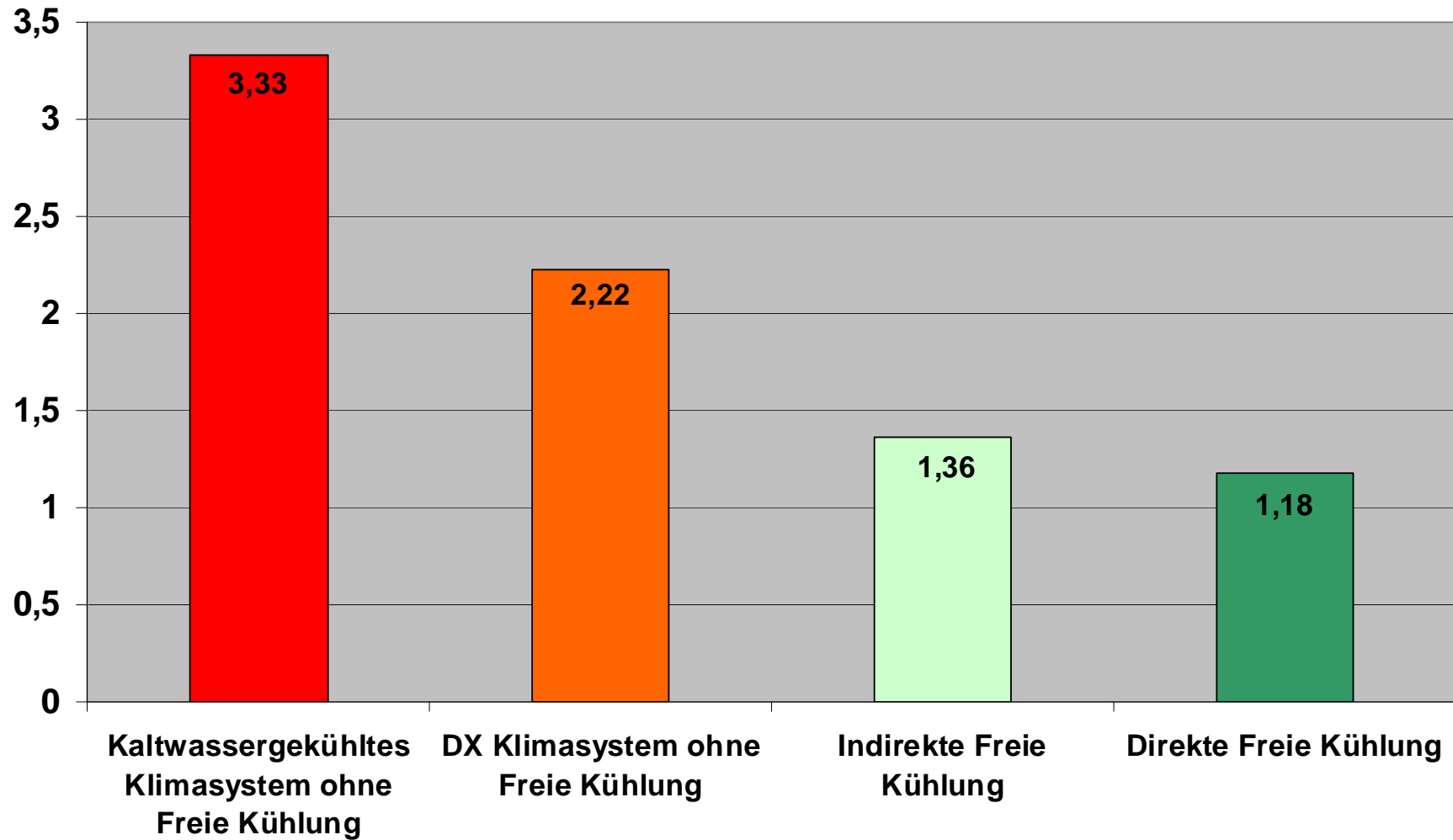
## DFC<sup>2</sup> Klimasystem mit "Direkter Freier Kühlung"



$$\text{PUE} = \frac{\text{Total Facility Power } 100\%}{\text{IT Equipment Power } 84,7\%} = 1,18$$



## PUE der verschiedenen Klimakonzepte im Vergleich



# Energieeffiziente Klimatisierungskonzepte

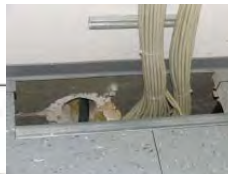
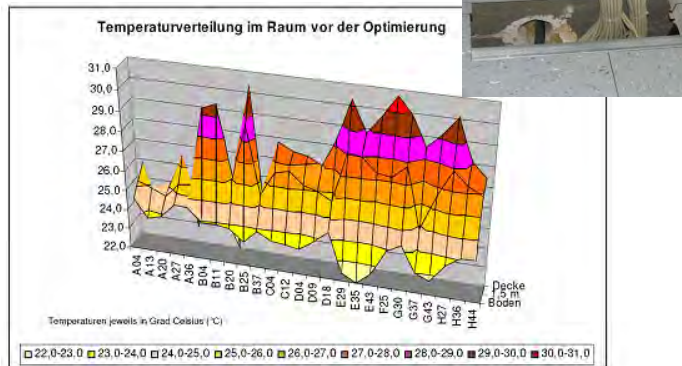
*bedarfsgerecht, effizient & wirtschaftlich*

- Mission Energy – Energetische Verbesserungen für Bestandsanlagen



## Beispiel: Energetische Verbesserung eines Bestandsrechenzentrums

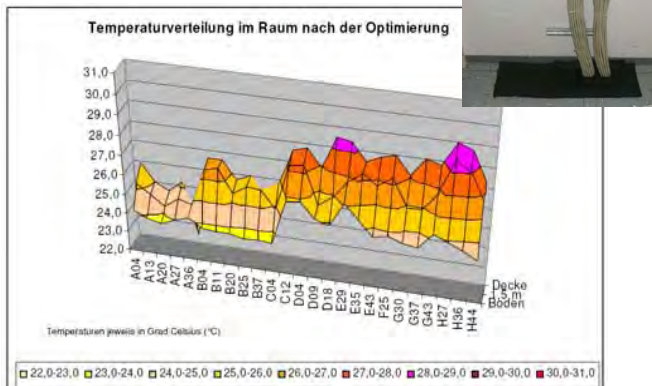
„*vorher*“



Situation **vor** der Durchführung der Verbesserungsmaßnahmen:

- kein Überdruck im Doppelboden
- zu große Anzahl an Schlitzplatten
- viele unverschlossene Kabeldurchführungen
- **gesamte Klimatechnik (inkl.Redundanz) in Betrieb**
- unzureichende Luftzirkulation in Teilbereichen
- zahlreiche Luftkurzschlüsse
- zahlreiche Wärmenester im Raum
- hoher Energiebedarf der Klimatisierung

„*nachher*“



Durchgeführte Maßnahmen

- Bilanzierung der Schlitzplatten
- Verlegung/Anpassung der Schlitzplatten
- Abdichtung des Doppelbodens

Situation **nach** der Durchführung der Verbesserungsmaßnahmen:

- Überdruck in Doppelboden
- Wiederhergestellte Luftzirkulation in allen Bereichen
- Reduzierung der Lufttemperatur an den Hotspots bis zu 5K
- **Klimatechnik (DX) wurde wieder abgeschaltet und somit die Redundanz/BETRIEBSSICHERHEIT wieder hergestellt**

*Energiebedarf der Klimatisierung wurde um 18% gesenkt!*

## Beispiel: Energetische Verbesserung eines Bestandsklimagerätes

„*vorher*“



**CCD900CW**  
*Trommelventilator*

Luftmenge	m <sup>3</sup> /h	16.300
externer Druck	Pa	20
<b>Leistungsaufnahme Ventilator</b>	<b>kW</b>	<b>4,9</b>
<b>Betriebskosten (Basis €0,15/kWh)</b>	<b>€</b>	<b>6.439</b>
<b>Betriebskosteneinsparung</b>		

„*nachher*“



Investition	€	
<b>Return on Investment</b>	<b>Jahre</b>	
Kaltwassereintritt	°C	10
Kaltwasseraustritt	°C	16
Kälteleistung	kW	80
Kältenutzleistung	kW	75,1
<b>Kältenutzleistungsteigerung</b>		



Ihr zuverlässiger Systempartner für  
sichere IT Cooling Solutions und Services

Vielen Dank für Ihr Interesse

Kontakt:

Achim Pfeiderer

Leiter Service und Marketing Deutschland

[pfeiderer@stulz.de](mailto:pfeiderer@stulz.de)