

Klimatisierung der Zukunft

Energieeffiziente Rechenzentrumsklimatisierung

- Einführung in die Thematik
- Energieeinsparpotentiale im Luftkreislauf
- Effizienzsteigerung bei der Kälteerzeugung

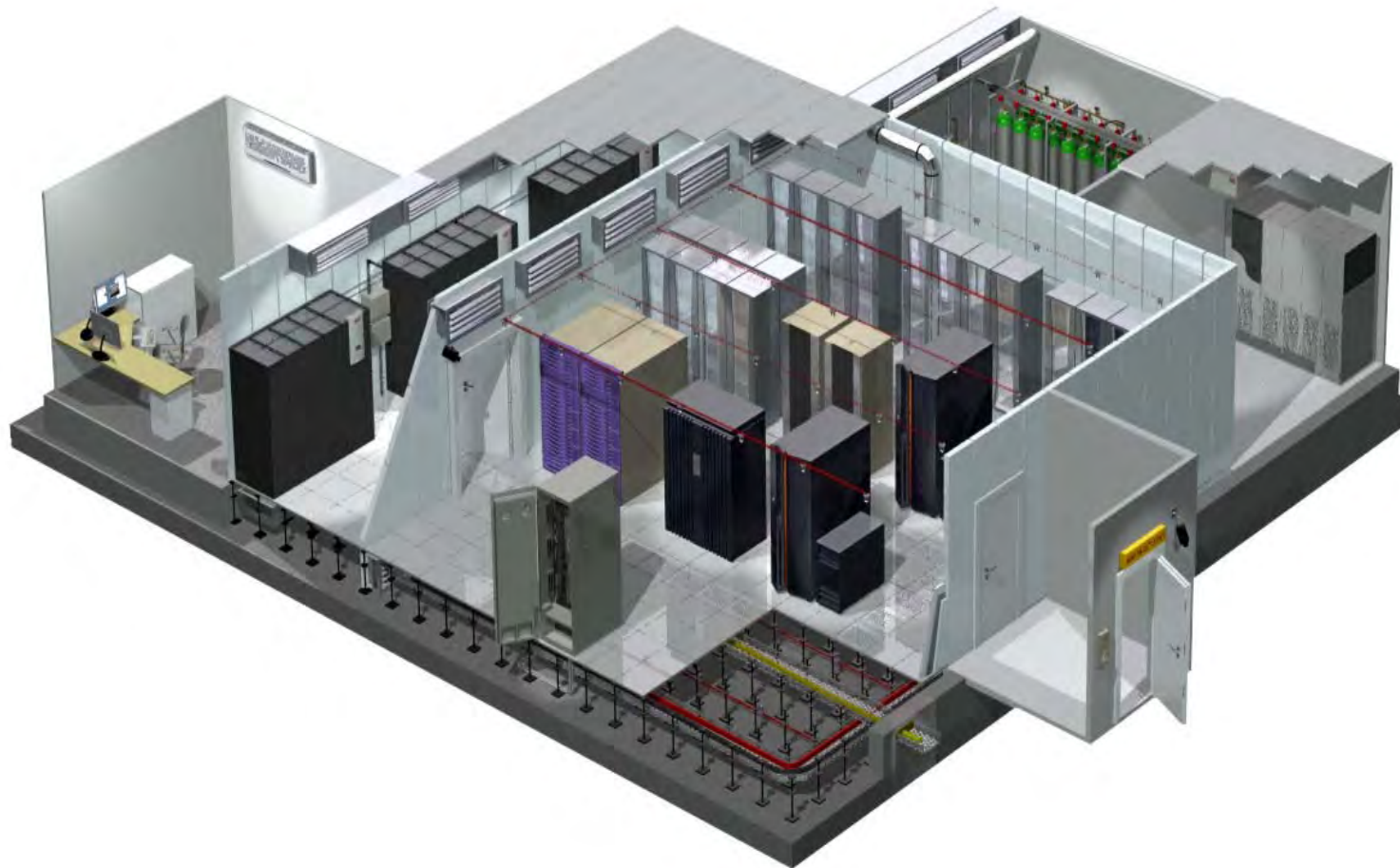
Klimatisierung der Zukunft

Energieeffiziente Rechenzentrumsklimatisierung

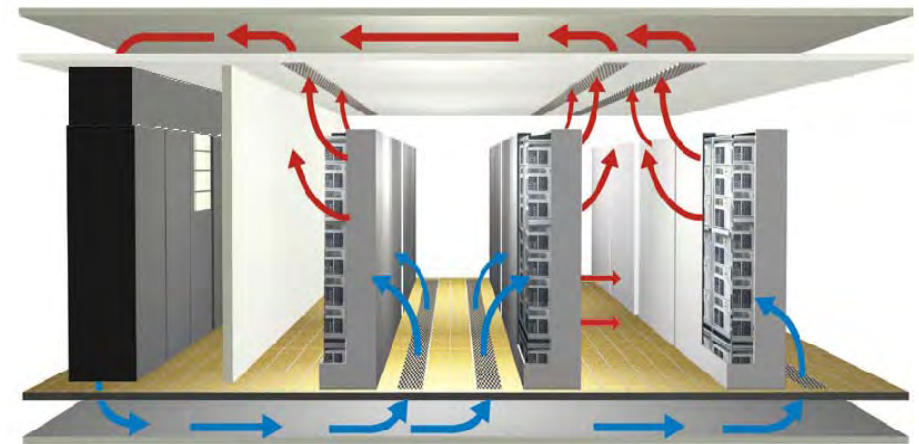
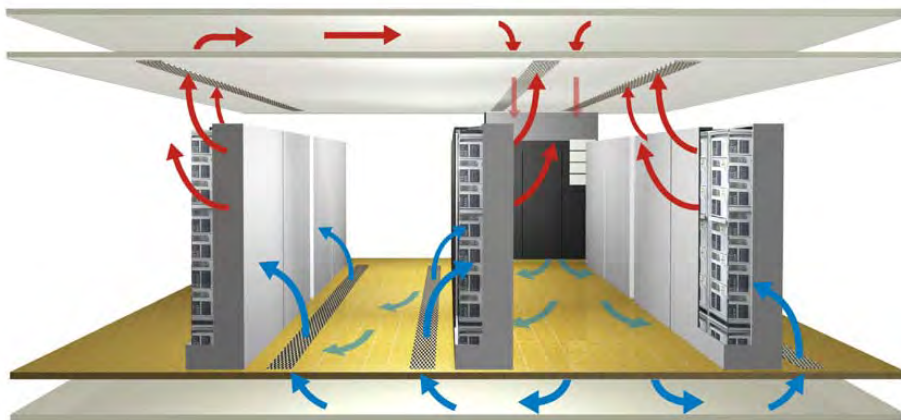
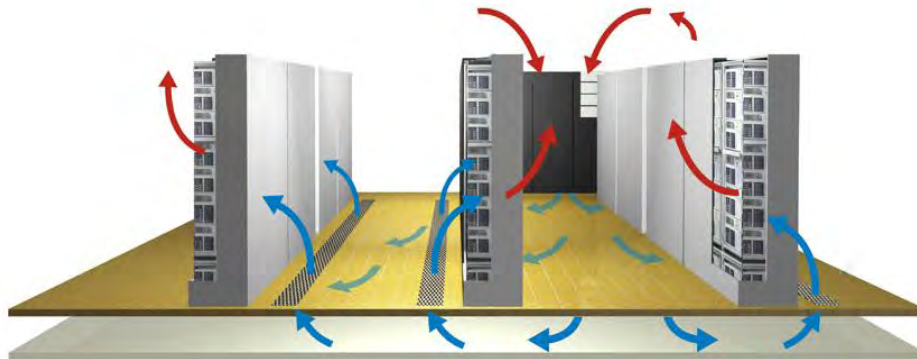
- Einführung in die Thematik



Rechenzentrums / ITK Raum – Klimatisierung „gestern?“



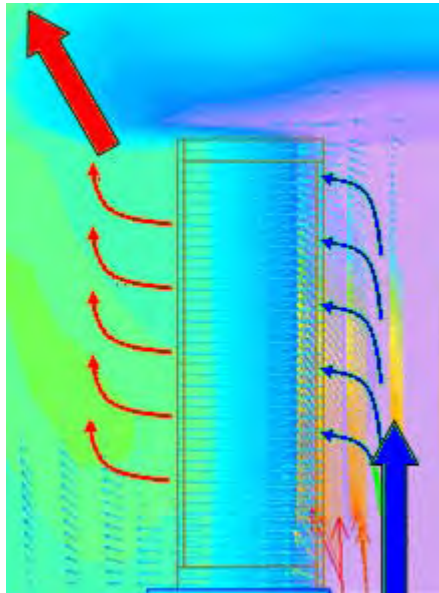
Ziel heute: Kaltgang – Warmgang Konzept, aber...



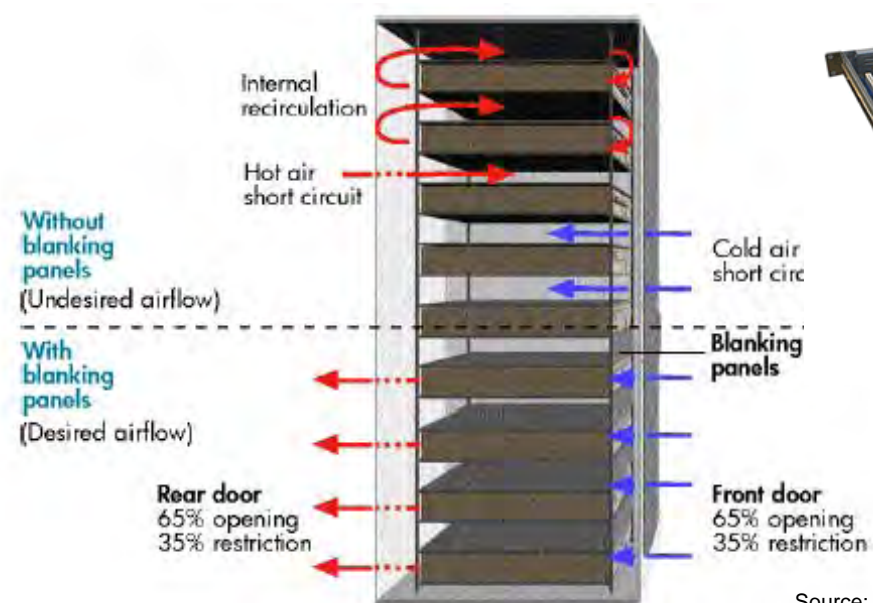
⇒ *Kalte Luft von der warmen Luft trennen*

...„homogene“ Rackreihen durchmischen sich mit „anderem“ ITK Equipment

Ziel der Klimatisierung: Kalte Zuluft vor die 19" Ebene



Source: INTEL



Source: HP



⇒ *horizontale Luftführung durch das Rack*

Thermal Guidelines for Data Processing Environments

Table 2.1 Equipment Environment Specifications

Equipment Environment Specifications										
Class	Product Operation ^{a,b}						Product Power Off ^{b,c}			
	Dry-Bulb Temperature (°C)		Relative Humidity (%) Non-Condensing		Max. Dew Point (°C)	Max. Elevation (m)	Max Rate of	Dry-Bulb Temperature (°C)	Relative Humidity (%)	Max. Dew Point (°C)
	Allowable	Recommended	Allowable	Recommended						
1	15 to 32 ^d	20 to 25	20 to 80	40 to 55	17	3050	5	5 to 45	8 to 80	27
2	10 to 35 ^d	20 to 25	20 to 80	40 to 55	21	3050	5	5 to 45	8 to 80	27
3	5 to 35 ^{d,e}	NA	8 to 80	NA	28	3050	NA	5 to 45	8 to 80	29
4	5 to 40 ^{d,e}	NA	8 to 80	NA	28	3050	NA	5 to 45	8 to 80	29

Source: ASHRAE

Definition Präzisionsklima:

Umluftklimagerät zur Erreichung **definierter, konstanter** und somit **präziser** Lufttemperatur und Luftfeuchtezustände im Raum - dabei werden die Raumtemperatur und Raumfeuchte in engen Grenzen geregelt. Umluftklimageräte erzeugen diesen Luftzustand durch:

Kühlen
Nachheizen

Befeuchten
Entfeuchten



Zusätzlich wird die Umluft über **gefiltert** über eine hohe **Filterklasse**.

Die **Kälteleistung** wird mit einem hohen **sensiblen Kälteleistungsanteil** erbracht, dieser Kälteleistungsanteil dient zur **Absenkung der Raumtemperatur**. Dazu ist eine hohe Umluftmenge erforderlich.

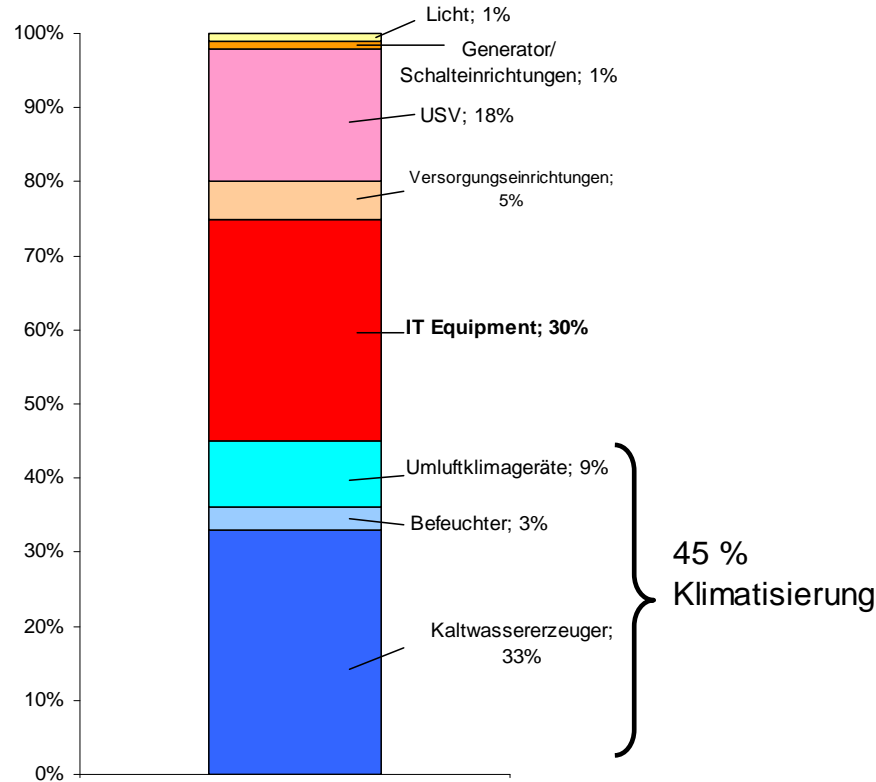
Der **latente Kälteleistungsanteil** dient zur geregelten **Entfeuchtung**.

=> **Die eingesetzte Energie wird gezielt eingesetzt um die Raumtemperatur abzusenken!**

...d.h. Komfortklima „Baumarktklima“ scheidet auch aufgrund der geringeren Energieeffizienz aus!



Verteilung des Gesamtenergiebedarfs eines ITK Rechenzentrums



Abhängig vom Klimatisierungskonzept kann der Anteil des Energiebedarfes für die Klimatisierung zwischen **25% und 55% am Gesamtenergiebedarfes** des Rechenzentrums betragen !

Eine Auswahl an Stellschrauben, die einen Einfluß auf die Energieeffizienz haben:



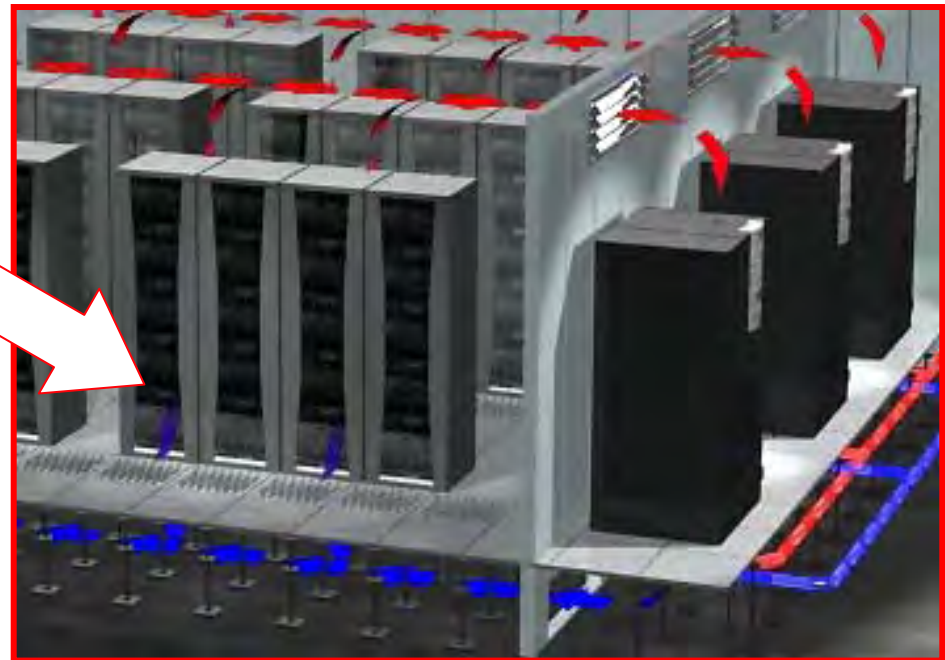
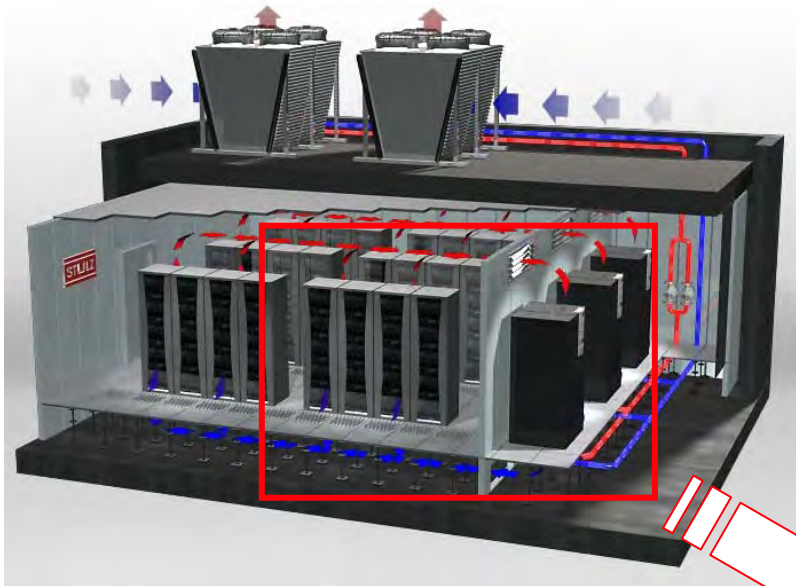
Klimatisierung der Zukunft

Energieeffiziente Rechenzentrumsklimatisierung

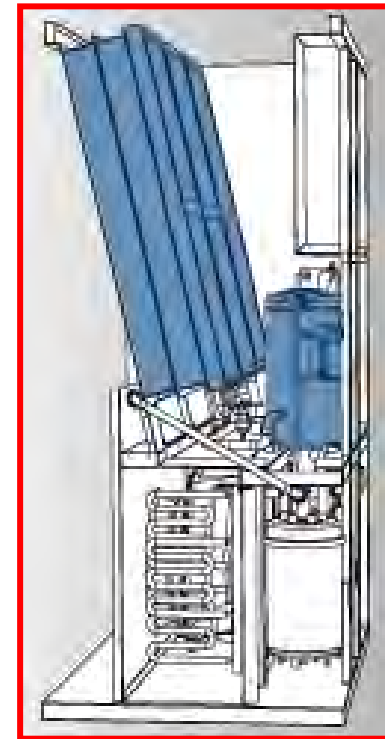
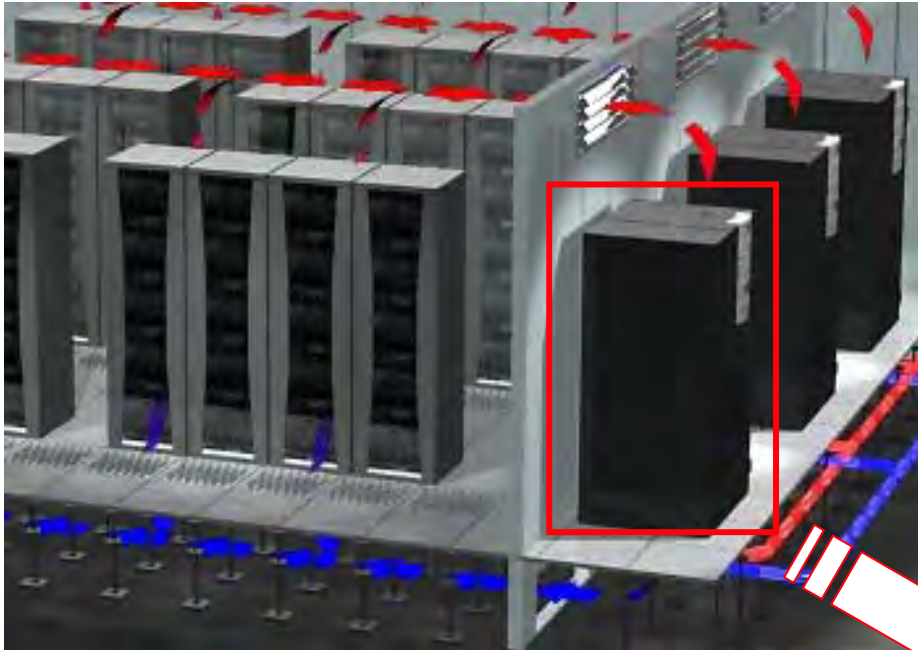
- Energieeinsparpotentiale im Luftkreislauf



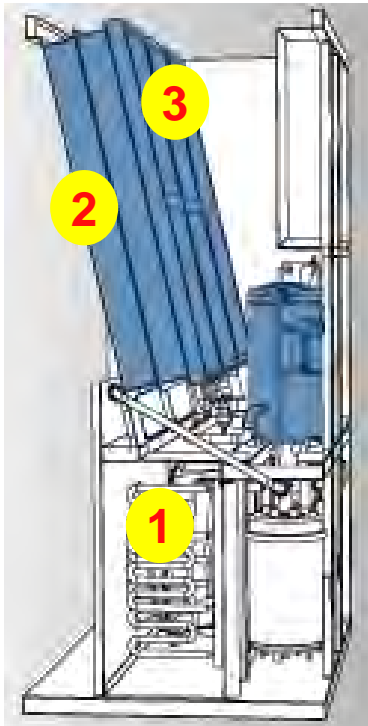
Vom Gesamtsystem zum Luftkreislauf im Rechenzentrum



Vom Luftkreislauf zum Klimagerät



Die Stellschrauben am Klimagerät



- 1** Ventilator-technologie
- 2** Wärmetauscherfläche / Anordnung der Komponenten
- 3** Luftfilter (Luftfiltertyp und -fläche)

1 Die Stellschrauben am Klimagerät Beispiel: Ventilatorertechnologie

Luftgekühltes Klimagerät (DX)
Breite
Ventilator

CSD1052A
2.725mm
Trommelventilator



Luftvolumenstrom
Ext. Druck

24.000m³/h
20Pa

Ventilatorantriebsleistung

9,2kW

Betriebskosten p.a.

12.088,80 €

Betriebskostenreduzierung abs.

Betriebskostenreduzierung %

2 Die Stellschrauben am Klimagerät

Beispiel: Größere Wärmetauscherfläche

Kaltwassergekühltes Klimagerät	ASD1100CW
Breite	2.150mm
Zusätzliche Breite	

Rückluftbedingung	24°C/50%
PKW	10°C/15°C

Luftvolumenstrom	22.000m³/h
Kälteleistung (netto, sensibel)	66,8kW

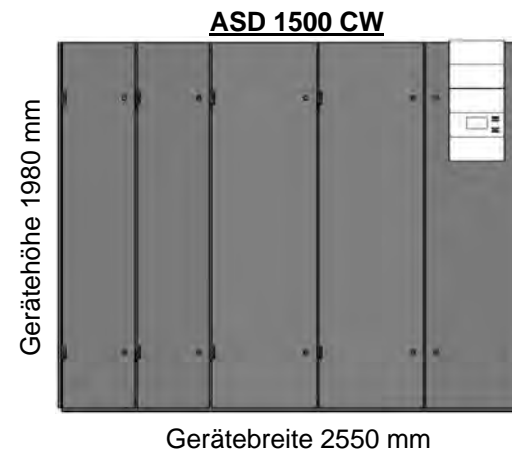
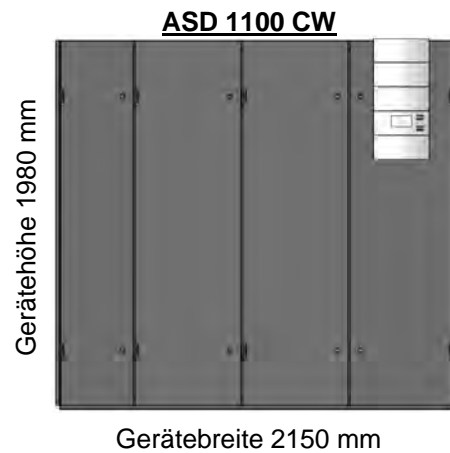
Ventilatorantriebsleistung	5,2kW
----------------------------	-------

Betriebskosten Lüfter p.a.	6.832,80 €
-----------------------------------	-------------------

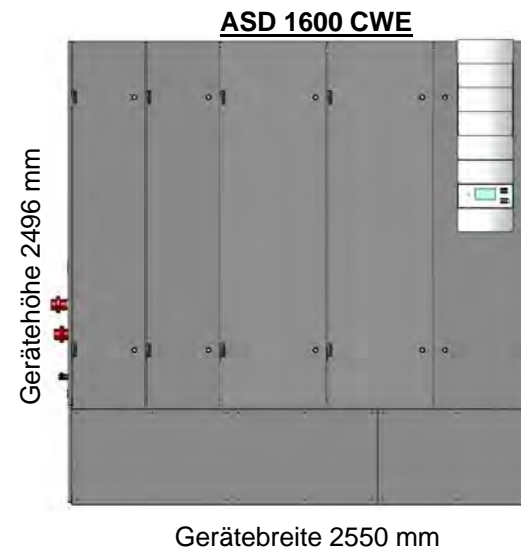
Betriebskostenreduzierung abs.

Betriebskostenreduzierung %

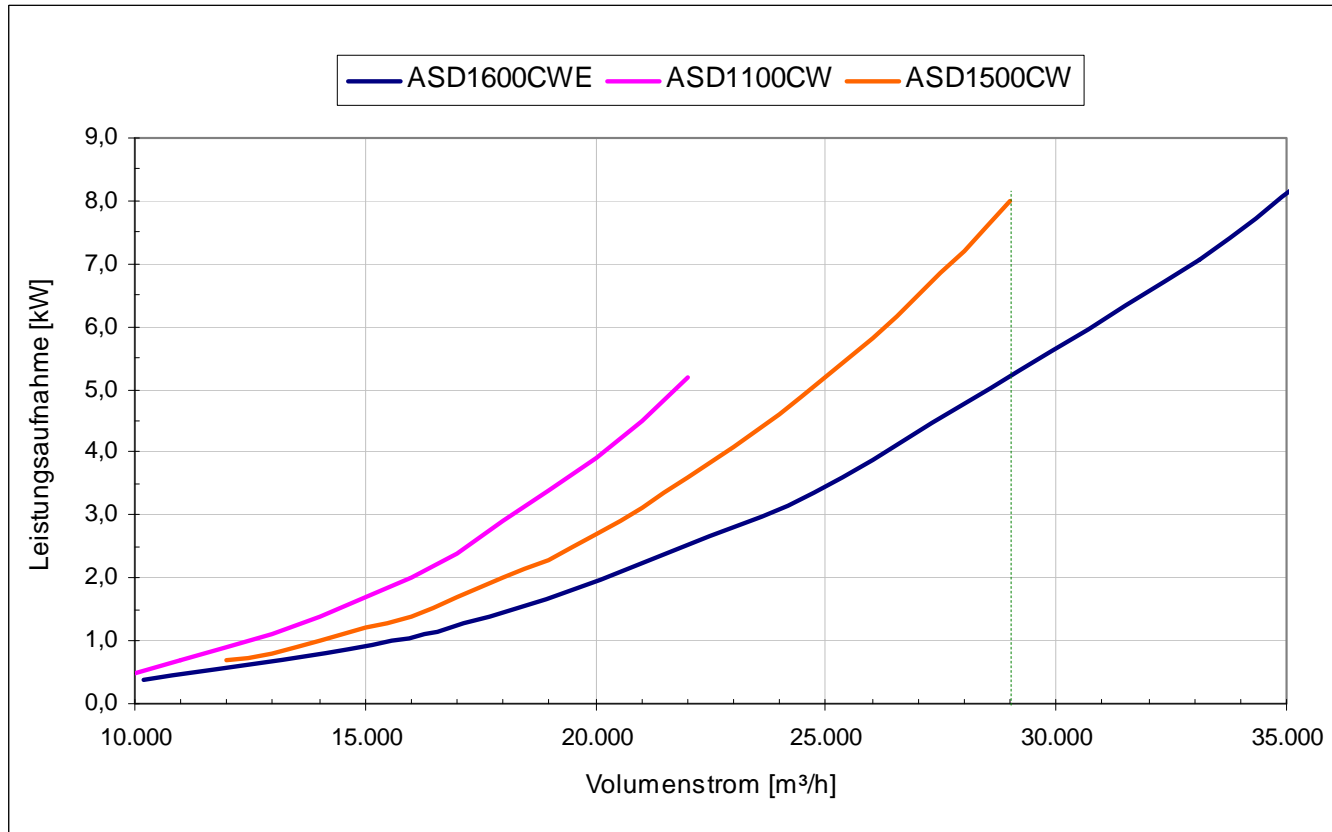
...weitere Möglichkeiten die Wärmetauscherflächen zu maximieren!



NEU

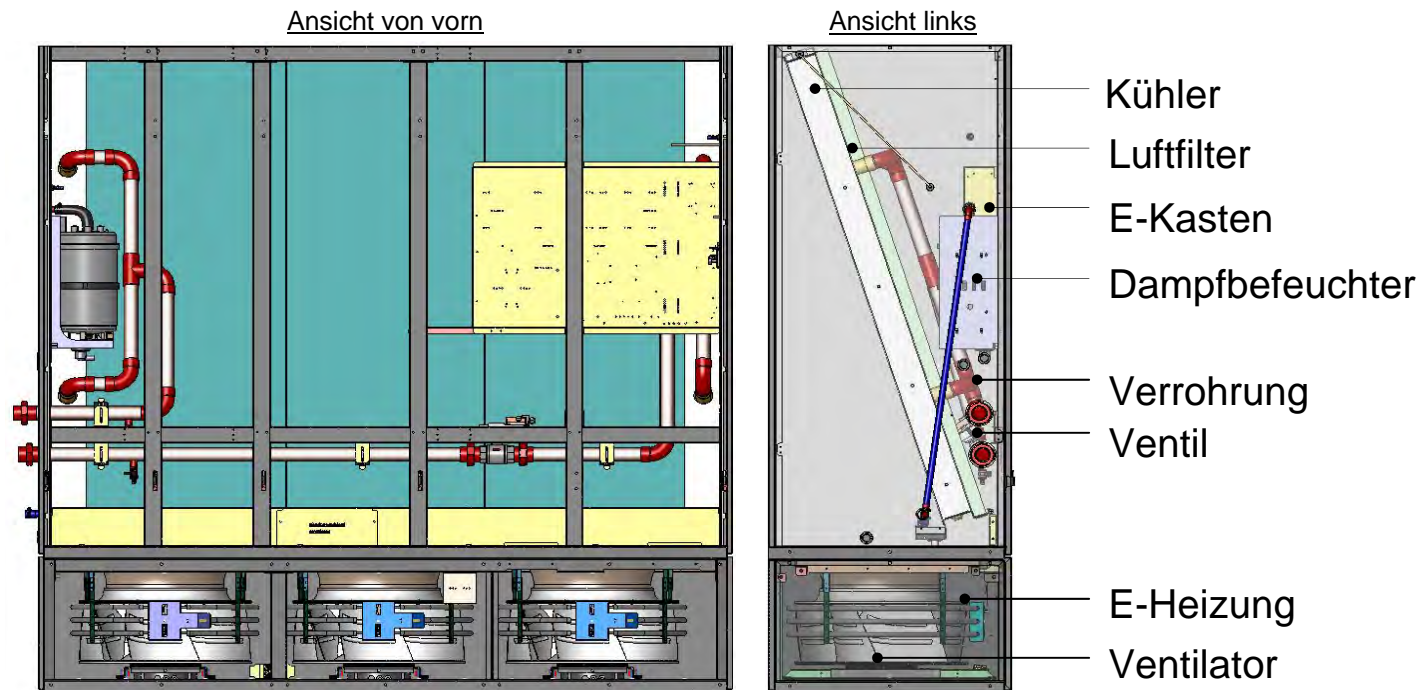


... und die Auswirkungen auf die Leistungsaufnahme der Ventilatoren.



» Reduzierung der elektrischen Leistungsaufnahme um 48% (ASD 1500 CW)

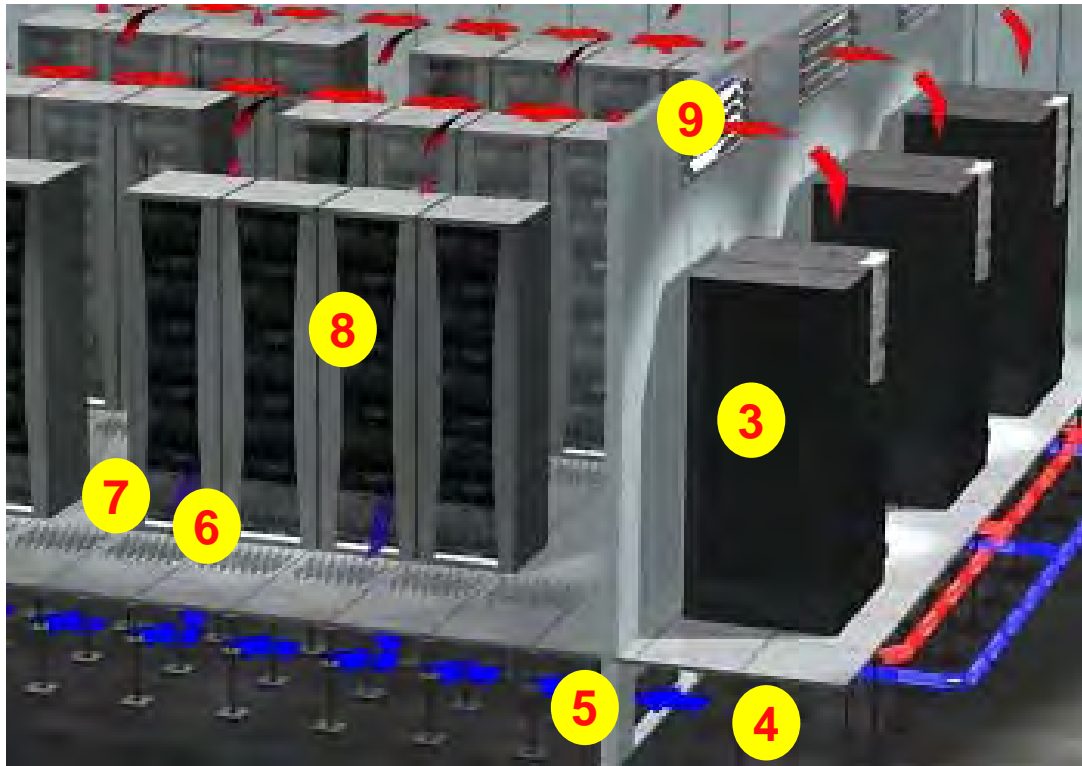
Aufbau des Gerätes



Empfohlener Aufbau des gesamten Klimagerätes:

OBERHALB des Doppelbodens!

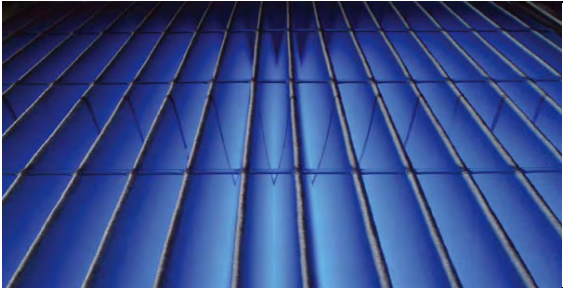

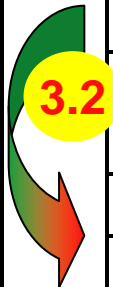
Die Stellschrauben im Luftkreislauf: Reduzierung der luftseitigen Widerstände



- 3 Luftfilter
- 4 Externer statischer Druck
- 5 Einbauten „Zuluft“
- 6 Anzahl Auslässe
- 7 Anzahl Ausschnitte
- 8 Luftvolumenstrom
- 9 Einbauten „Rückluft“

3 bis 9 Reduzierung der luftseitigen Widerstände =
Reduzierung der Lüfterantriebsleistung

3 Stellschraube Luftfilter

		Anfangsdruckverlust "sauber"		Enddruckverlust "schmutzig"	
					
Filtermatte	G4		80..85Pa	160..200Pa	
ZickZackFilter	G4		65..70Pa	130..150Pa	
ZickZackFilterHP	G4		35..45Pa	70..100Pa	

3.1 „vom sauberen Filter zum schmutzigen Filter“:

Reduzierung der Luftmenge bei gleicher Antriebsleistung des Ventilators. **Weniger Luftvolumen kann zu Wärmenestern im Raum führen!!** Filtermanagement mit nachgeführter Luftmenge kann dies vermeiden.

3.2 „von der kleinen Filterfläche zur großen Filterfläche“:

Reduzierung der Ventilatorantriebsleistung bei gleicher Luftmenge!

3 bis **9** **Die Stellschrauben im Luftkreislauf:
Reduzierung des luftseitigen Widerstandes um 10Pa
bedeutet:**

- 2-3% Reduzierung der Aufnahmeleistung eines EC Ventilators
- 1-2% Reduzierung der Aufnahmeleistung eines Trommelventilators

*ACHTUNG: Reduzierung der luftseitigen Widerstände: Ja, aber der Doppelboden ist ein Druckboden und benötigt für die gleichmäßige Zuluftverteilung einen Überdruck von ca. 20Pa! **Daher müssen die Auslässe und Schlitzplatten bilanziert sein und ein ausreichender Druck im Doppelboden muß gewährleistet sein.** Leckluftraten durch überflüssige Öffnungen sind zu minimieren!*

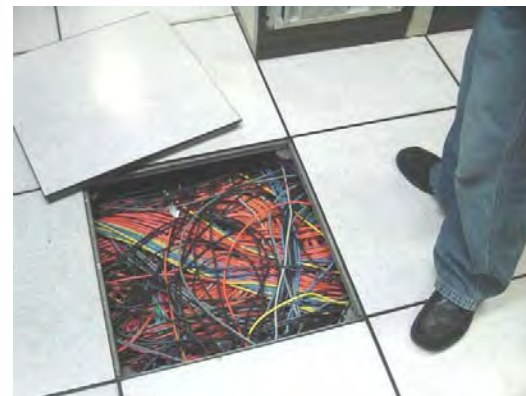
Der Doppelboden – aus klimatechnischer Sicht: DER ZULUFTKANAL !

- ✓ Ausreichende lichte Höhe für die zu erwartende Wärmelast und die geplante Raumgröße
- ✓ Abdichtung aller Kabeldurchführungen, damit ein ausreichender Überdruck und somit eine optimale Luftverteilung im Raum erreicht werden kann
- ✓ Vermeidung von Einbauten (Rohrleitungen, Kabeltrassen, etc.)
- ✓ Kabelmanagement ggf. IT Verkabelung „von oben“ insbesondere bei geringen realisierbaren Doppelbodenhöhen
- ✓ Entfernung von nicht mehr benötigter IT Verkabelung



⇒ *Jeder unnötige Druckverlust erhöht die Lüfterantriebsleistung und die Betriebskosten !*

Der Doppelboden – das am meist unterschätzte “System” im Rechenzentrum



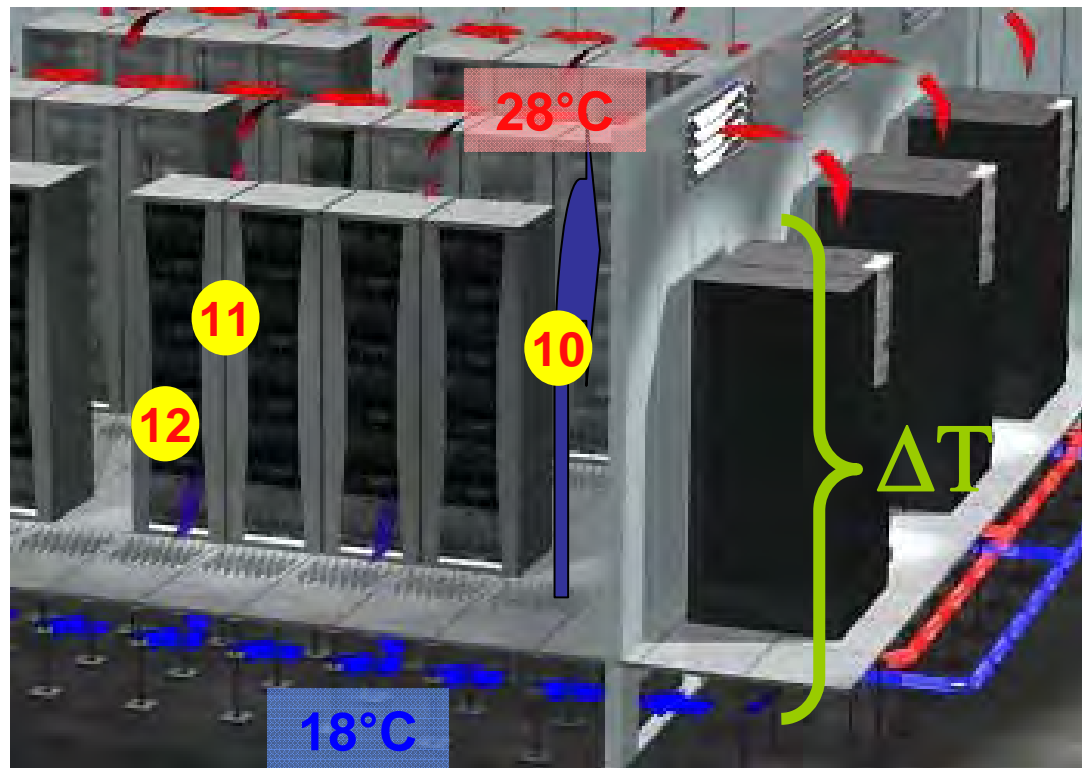
⇒ *Nur ein freier Doppelboden läßt das Rechenzentrum atmen !*

3 bis **9**

Die Stellschrauben im Luftkreislauf: Reduzierung der luftseitigen Widerstände Beispiel: Senkung externer Druckverlust 50Pa

Luftgekühltes Klimagerät (DX)	CSD521A
Breite	1.750mm
Ventilator	Trommelventilator
Luftvolumenstrom	14.000m ³ /h
Ext. Druck	70Pa
Ventilatorantriebsleistung	5,2kW
Betriebskosten p.a.	6.832,80 €

Weitere Stellschrauben im Luftkreislauf: Trennung von warmer und kalter Luft



- 10 Luftbypass
- 11 Rackdesign
- 12 Rackausrüstung

Trennung kalte Luft von warmer Luft = maximales ΔT = max. Energieeffizienz!

Konzept hierfür auch :

KALTGANGEINHAUSUNG oder **WARMGANGEINHAUSUNG**

Klimatisierung der Zukunft

Energieeffiziente Rechenzentrumsklimatisierung

- Effizienzsteigerung bei der Kälteerzeugung


Kälteerzeugung ohne Kältemaschine: Die Freie Kühlung

- Direkte Freie Kühlung
- Indirekte Freie Kühlung
- Neue Konzepte?

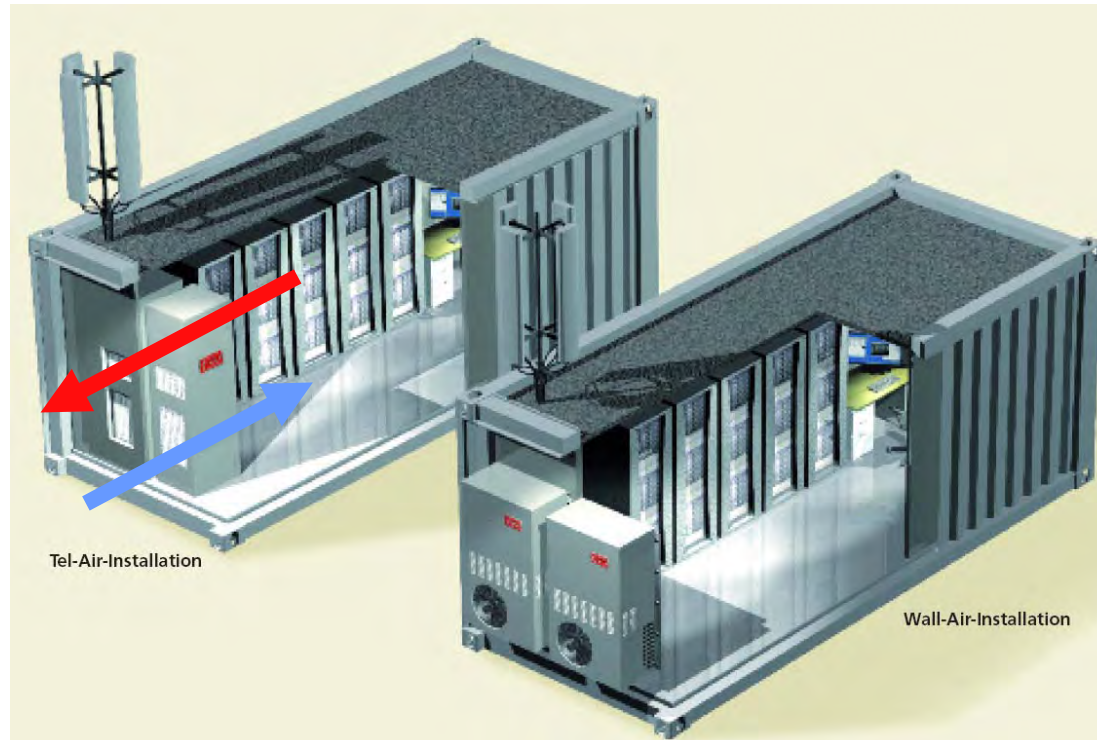
*...die Freie Kühlung ist KEINE neue Technologie
- jedenfalls nicht in Europa!*



STULZ Produkte – innovativ und effizient !

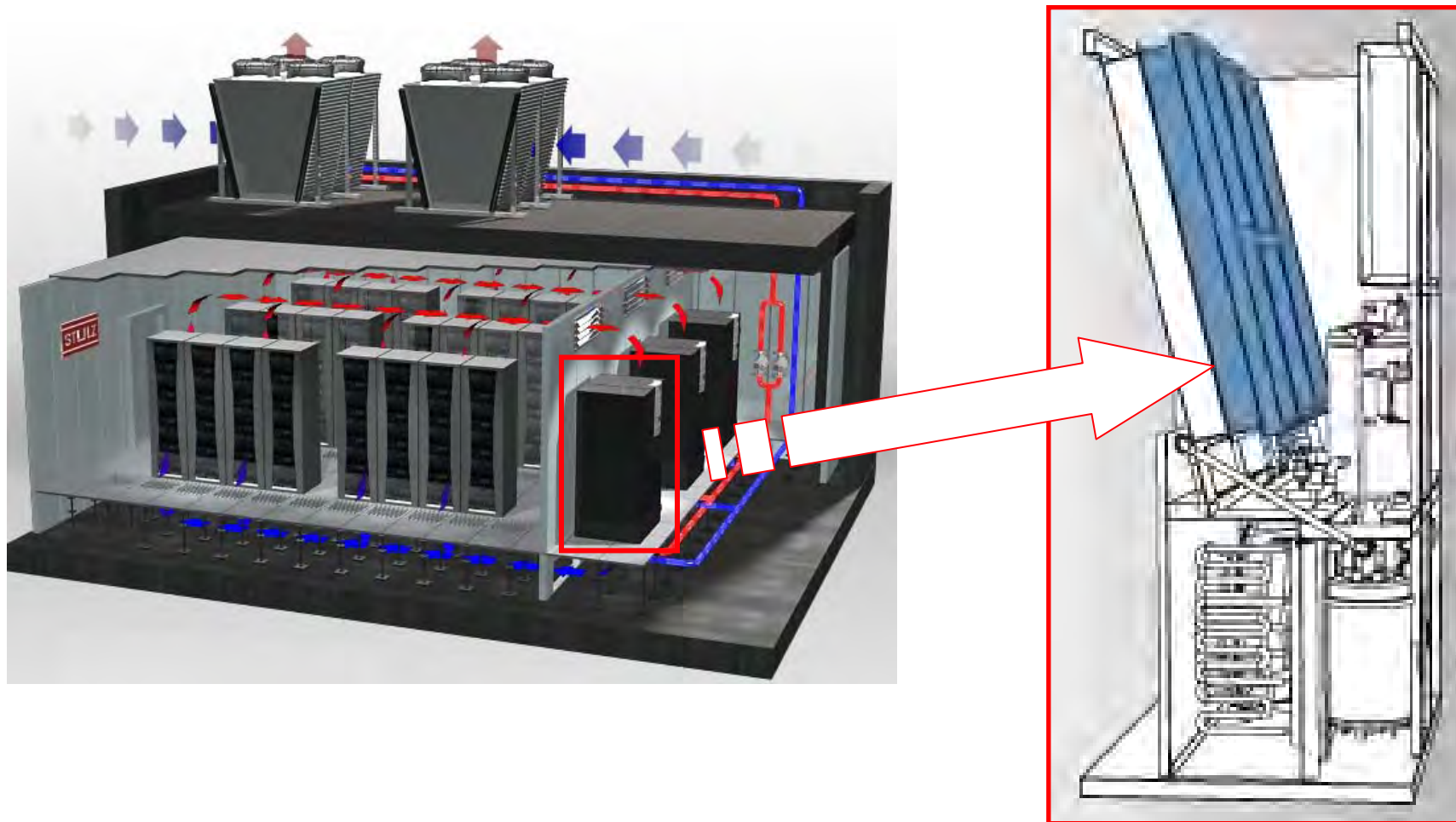
- Einführung energieeffizienter **EC Ventilatoren als Standard** für die CyberAir Umluftklimageräte im Jahr 2004 – heute optional bei allen Namenhaften Herstellern
 - **STULZ Systemkostenberechnung liefert weltweite TCO Betrachtungen** für den Errichter und Betreiber von ITK Rechenzentren seit 2006
 - **STULZ Stand-by Management** als integrale C7000 Regelungsfunktion für CW-Klimageräte wurde 2006 in den Markt eingeführt
 - Weiterentwicklung der Indirekten Freien Kühlung durch die Funktionalität **Dynamic Free Cooling** verfügbar seit Mai 2007 
 - **Optimierung/Erweiterung** im November 2008 der Kaltwasserklimageräte der Baureihe **CyberAir CW** und **CWE** – Ziel: **Max. Energieeffizienz**
- ⇒ ...**STULZ rüstete das größte europäische Rechenzentrum mit Klimageräten aus !**
- ⇒ ... **das derzeit „grünste Rechenzentrum“ wurde ebenfalls mit STULZ Klimageräten ausgerüstet !**

Freie Kühlung – **Direkte** Freie Kühlung über Außenluft



Verwendung für Mobilfunkcontainer/Shelter bei geringer Wärmelast und aufgrund höherer Toleranz gegenüber der Raumluftfeuchte; direkte Freie Kühlung findet im Rechenzentrum/Datacenterbereich i.d.R. KEINE Anwendung !

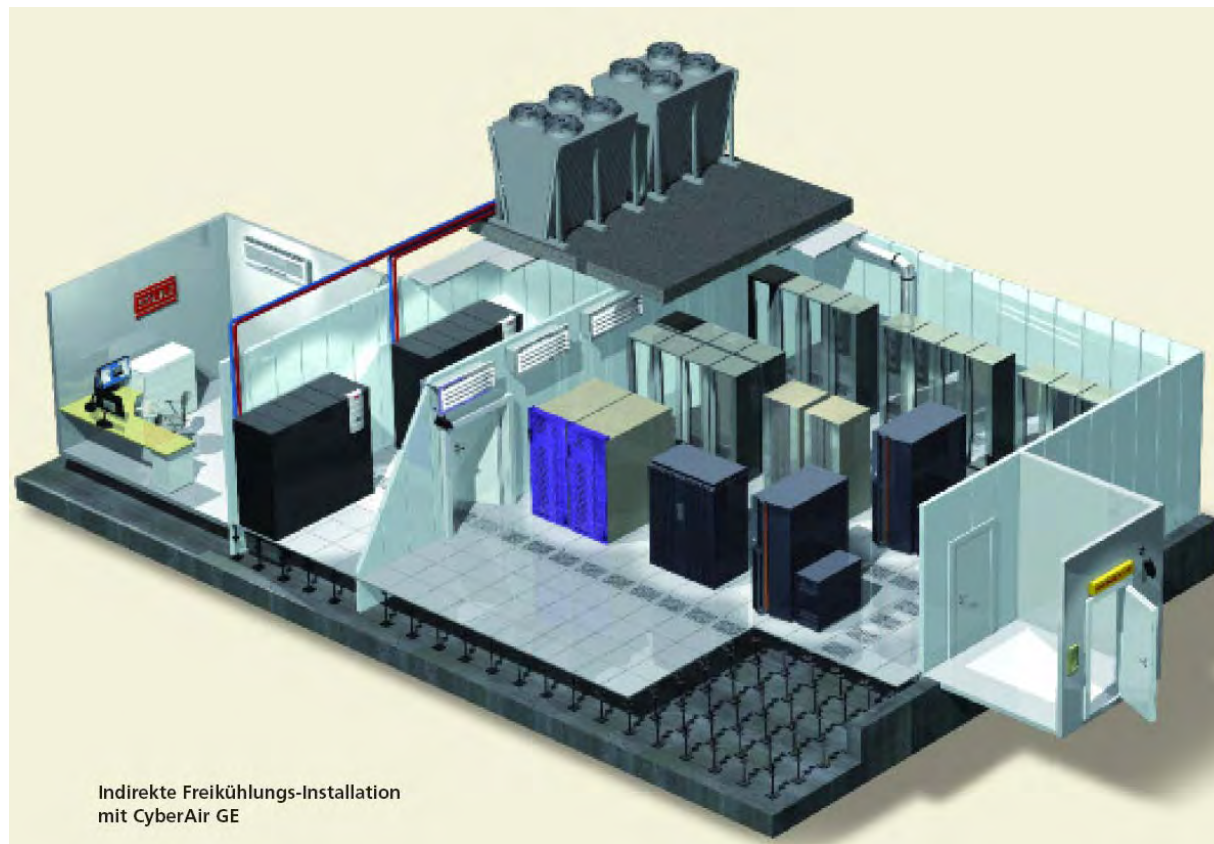
Kälteerzeugung ohne Kältemaschine: Die Freie Kühlung



Funktion der **Indirekten** Freie Kühlung

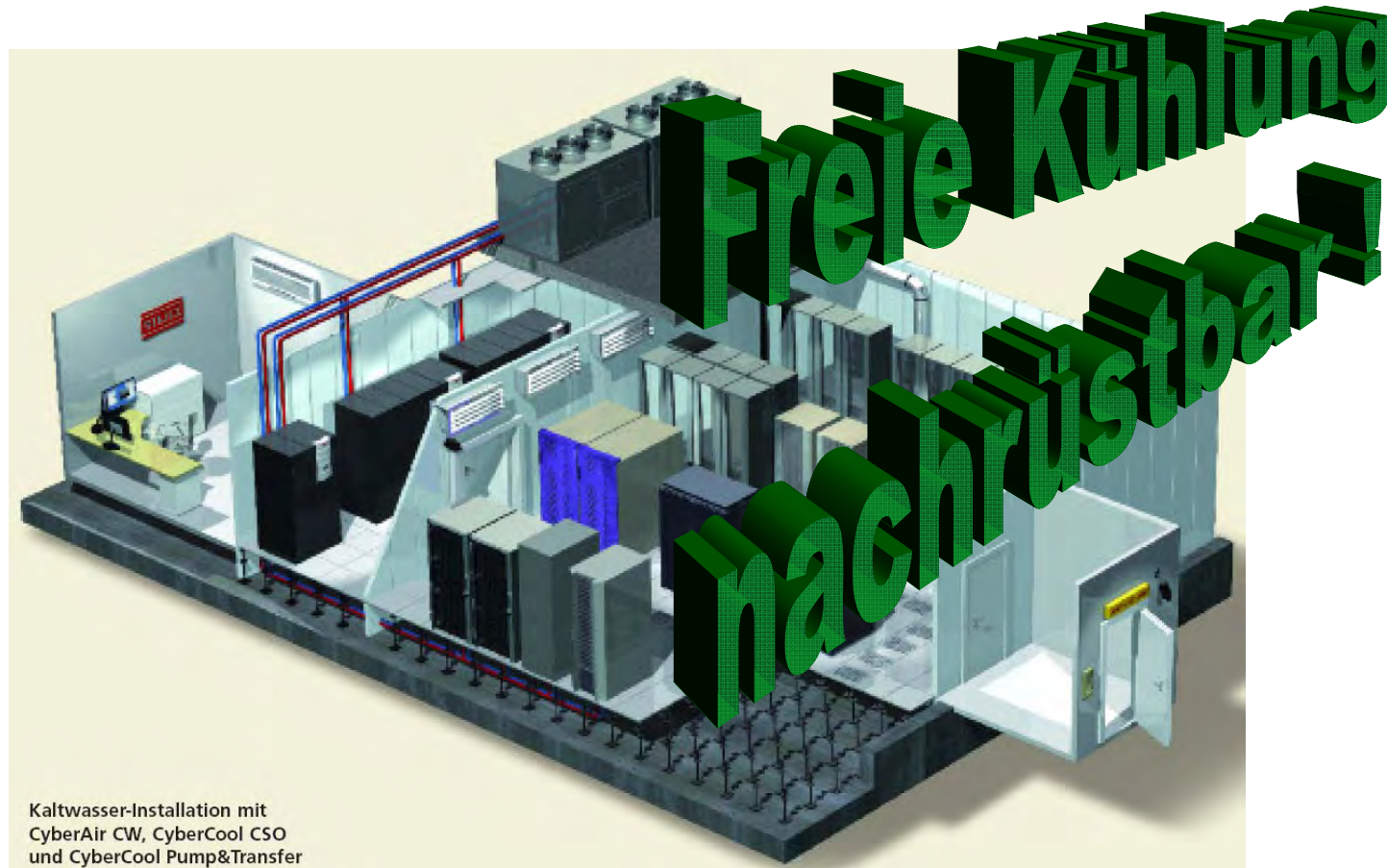
Freie Kühlung – **Indirekte** Freie Kühlung

Umluftklimageräte mit integrierter Freikühlungsfunktion



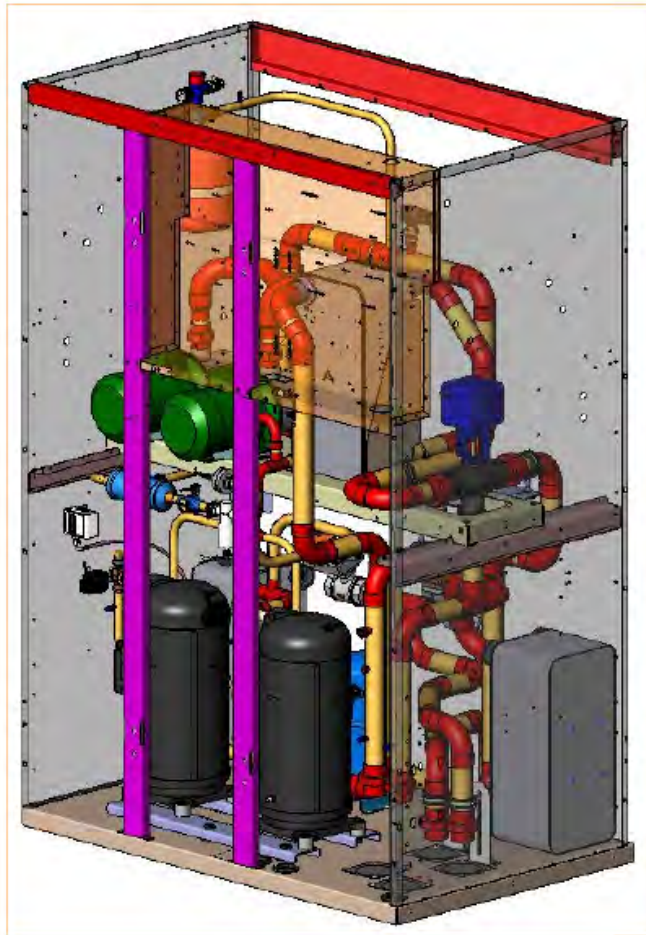
Raumluft wird von der Außenluft über ein zwischengeschaltetes Wasser/Glykolmedium „entkoppelt“, findet Verwendung in kleineren/mittleren Rechenzentren/DataZentren.

Freie Kühlung – Indirekte Freie Kühlung Kaltwassererzeugung mit integrierter Freikühlungsfunktion

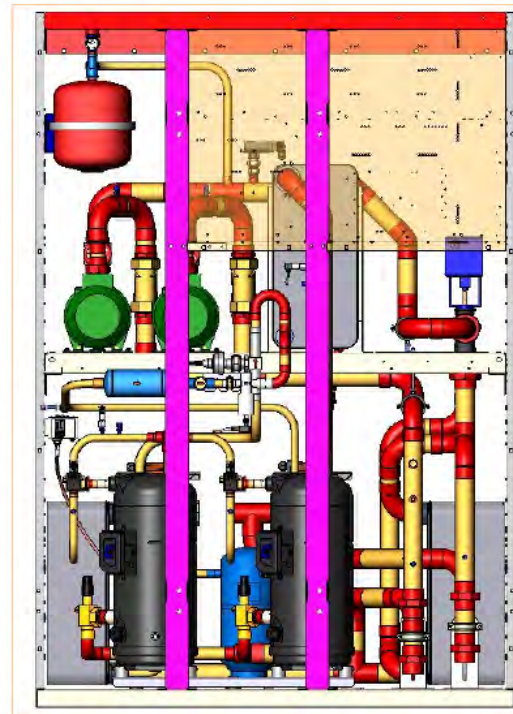


Raumluft wird von der Außenluft über ein zwischengeschaltetes Wasser/Glykolmedium „entkoppelt“, findet Verwendung in mittleren/großen Rechenzentren/DataZentren, z.T. auch mit separatem Rückkühler und wassergekühlter Kälteerzeugung.

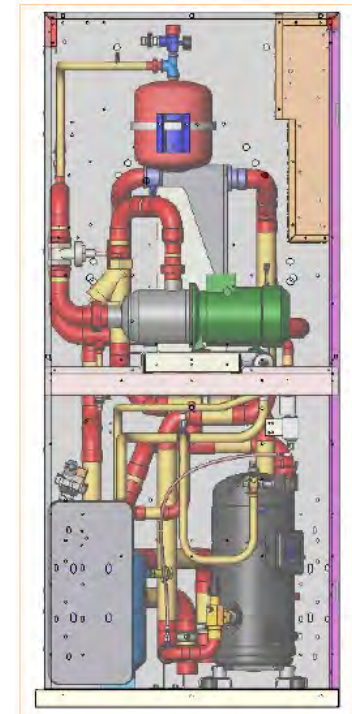
Indoor Kaltwassererzeuger mit Indirekter Freier Kühlung bis zu 100kW Kälteleistung auf 1,25m²



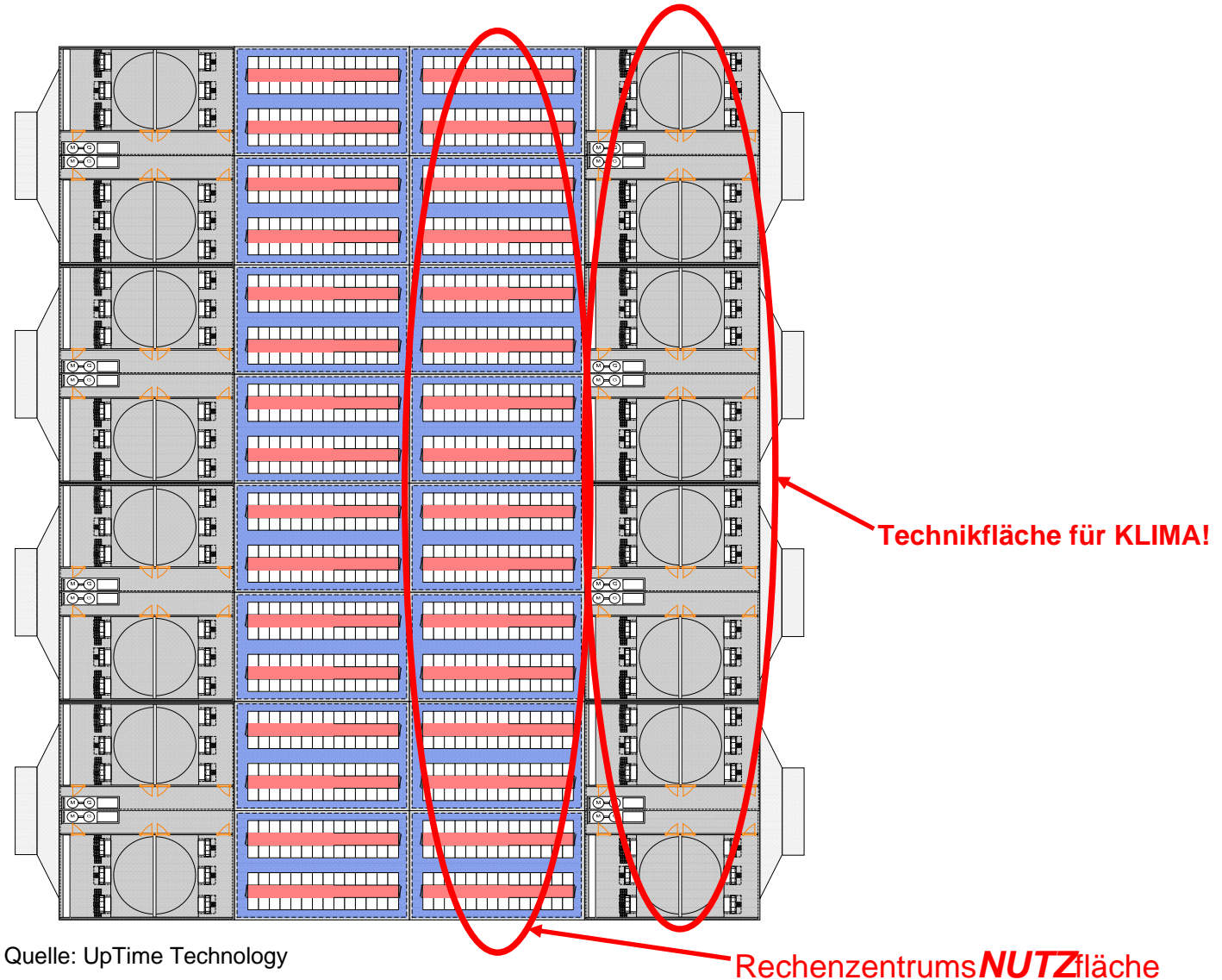
Ansicht von vorn:



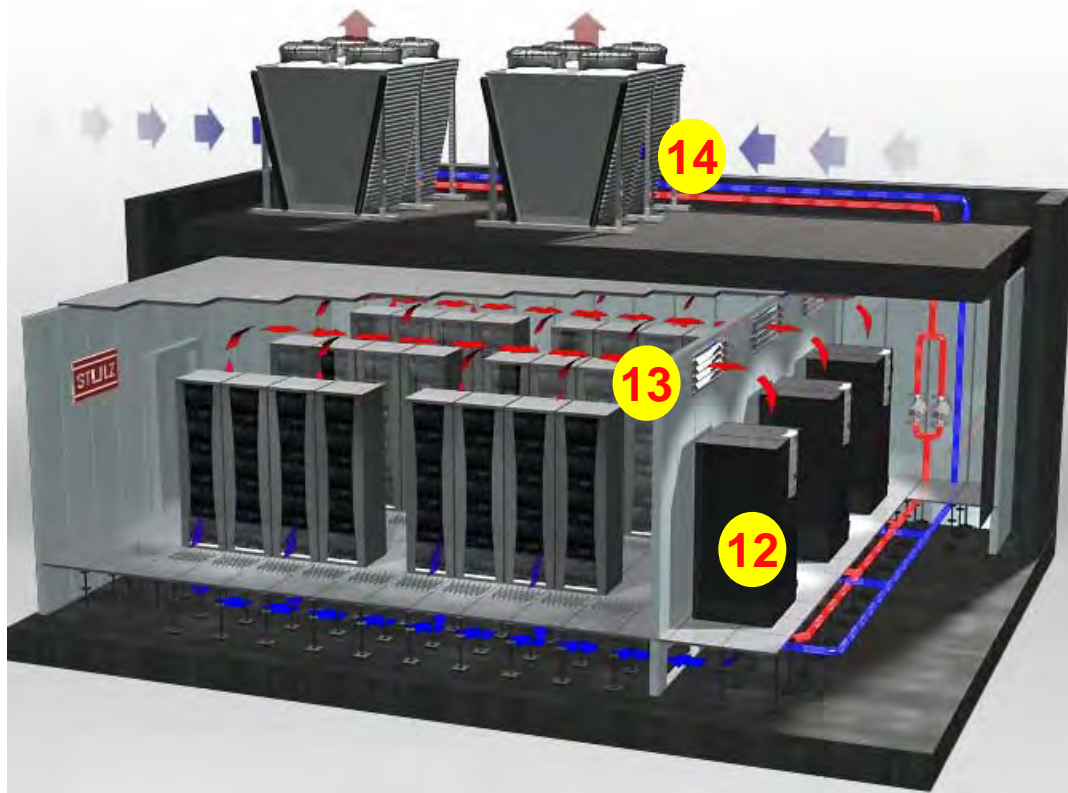
Ansicht von links:



Neue Konzepte: Kyoto Cooling, die "neue" Art der Freien Kühlung ?????



Die Stellschrauben an einem Freikühlungssystem



- 12** Freie Kühlung
- 13** Rücklufttemperatur
- 14** Außentemperatur

12+14

Beispiel Systemdesign: System OHNE Freie Kühlung gegen System MIT Freier Kühlung

Systemkostenberechnung

Page 1: **Auslegung**

Projekt: AvsGEFrankfurtDCD2009
 Bearbeiter: Pfeleiderer
 Frequenz: 50 Hz 60 Hz

SYSTEM 1 vs SYSTEM 2

Wärmelast: 40 kW
 Standort: Germany - Frankfurt
 Maximale Außentemperatur: 37 °C
 Energiekosten (pro kWh): 0,15
 Kältesystem: CyberAir A vs CyberAir GE
 Jährl. Energiekostenerhöhung: 8 %
 Kapitalverzinsung: 3 %
 Abschreibungszeitraum: 10 Jahre
 Gewähltes Gerät: ASD 261 A vs ALD 261 GE
 Standbykapazität: 2+1
 Rücklufttemperatur: 27 °C
 Rückluftfeuchte: 40 %
 Medieneintrittstemp. (CW): °C
 Mediaustrittstemp. (CW): °C
 Glycolanteil (G, GE, CW): 30 %
 Anzahl Geräte: 1x(2+1) vs 1x(2+1)
 Nutzkälteleistung: 52 kW vs 54 kW
 RK/KWS/Kondensator: KSV036Y351A vs GFH 080.2C/4-S(D)-G
 Anzahl: 3 vs 1
 Pumpe: TPE 40-240/2
 erf. Förderhöhe / Volumenstrom: 17,2 m / 18,9 m³/h
 Rohrsystem Druckverlust: 50,0 kPa
 Kosten Rohrsystem: 6.000

Page 2: **Ergebnis**

	SYSTEM 1	SYSTEM 2	Differenz		
Standort:	Germany - Frankfurt	Germany - Frankfurt			
Energiekosten (pro kWh):	0,150	0,150			
Gewähltes Gerät:	ASD 261 A	ALD 261 GE			
Investitionskosten	No.	Total	No.	Total	
Klimagerät	3	22.482	3	31.644	9.162
Rückkühler	0	0	1	6.237	6.237
Kondensator	3	6.003	0	0	-6.003
Zentralpumpe	0	0	1	1.199	1.199
Kaltwassersatz	0	0	0	0	0
Rohrsystem / Installation	0	6.000	0	6.000	0
Summe Investitionskosten	0	34.485	0	45.080	10.595
Jährl. Energiekostenerhöhung:	8 %		8 %		
Kapitalverzinsung:	3 %		3 %		
Abschreibungszeitraum:	10		10		
Betriebs- und Gesamtkosten	Total	Total			
Betriebskosten pro Jahr	20.926	9.349			-11.577
Gesamtkosten nach 1 Jahr	56.446	55.781			-665
nach 2 Jahren	79.977	67.095			-12.882
nach 3 Jahren	105.213	79.082			-26.131
nach 4 Jahren	132.298	91.806			-40.492
nach 5 Jahren	161.389	105.336			-56.053
nach 6 Jahren	192.653	119.749			-72.904
nach 7 Jahren	226.274	135.126			-91.148
nach 8 Jahren	262.447	151.555			-110.892
nach 9 Jahren	301.387	169.129			-132.258
nach 10 Jahren	343.321	187.953			-155.368

Page 3: **Druckausgaben und Diagramme**

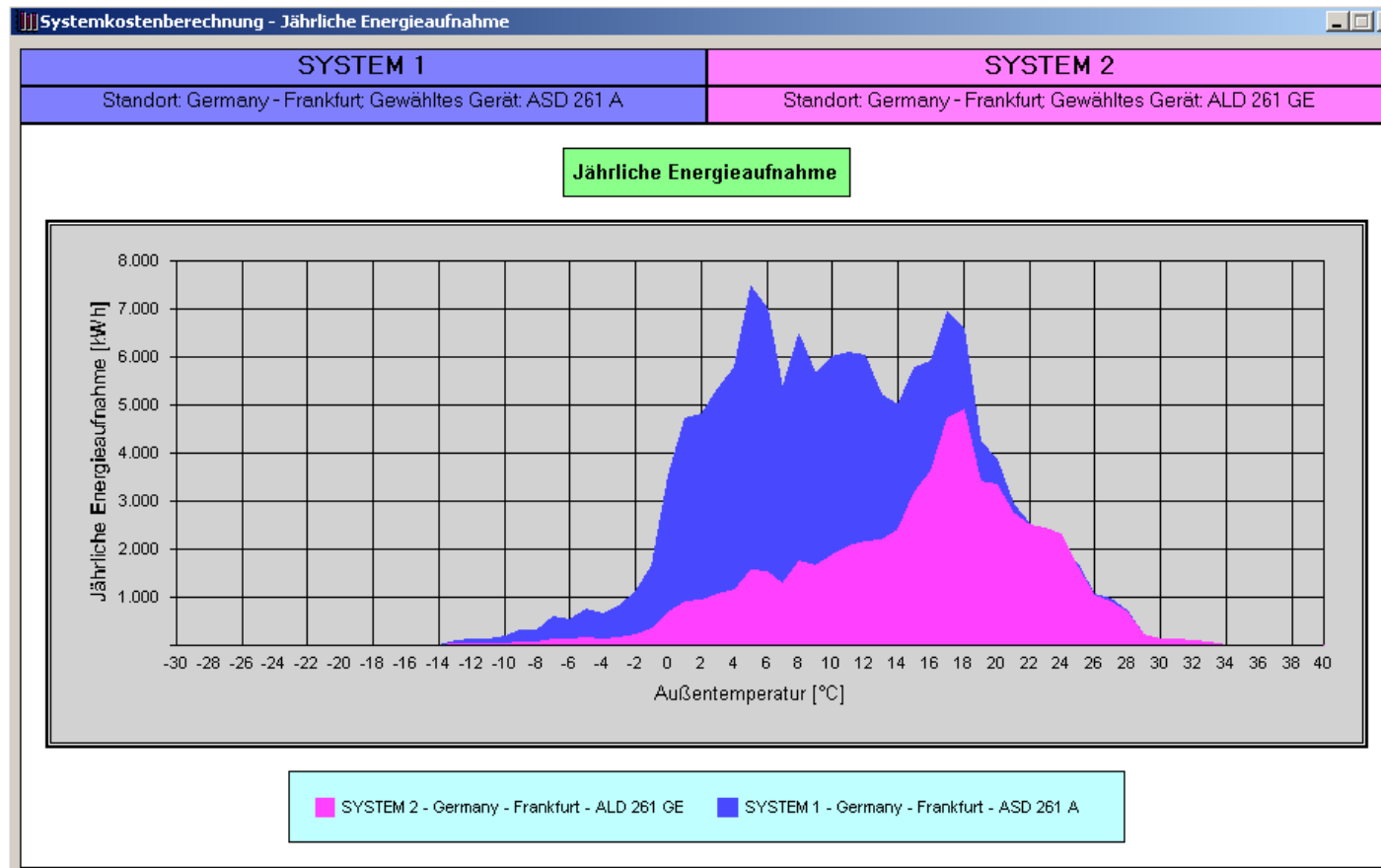
Druck Kurzübersicht | Gesamtkosten | Energiekst. Komponenten | Jahrestemperaturstunden
 Druck Seite | Energieaufnahme | Energiekst. Betriebsmodus | Jahresbetriebsstundenwert

23.09.2008 16:45 EINF

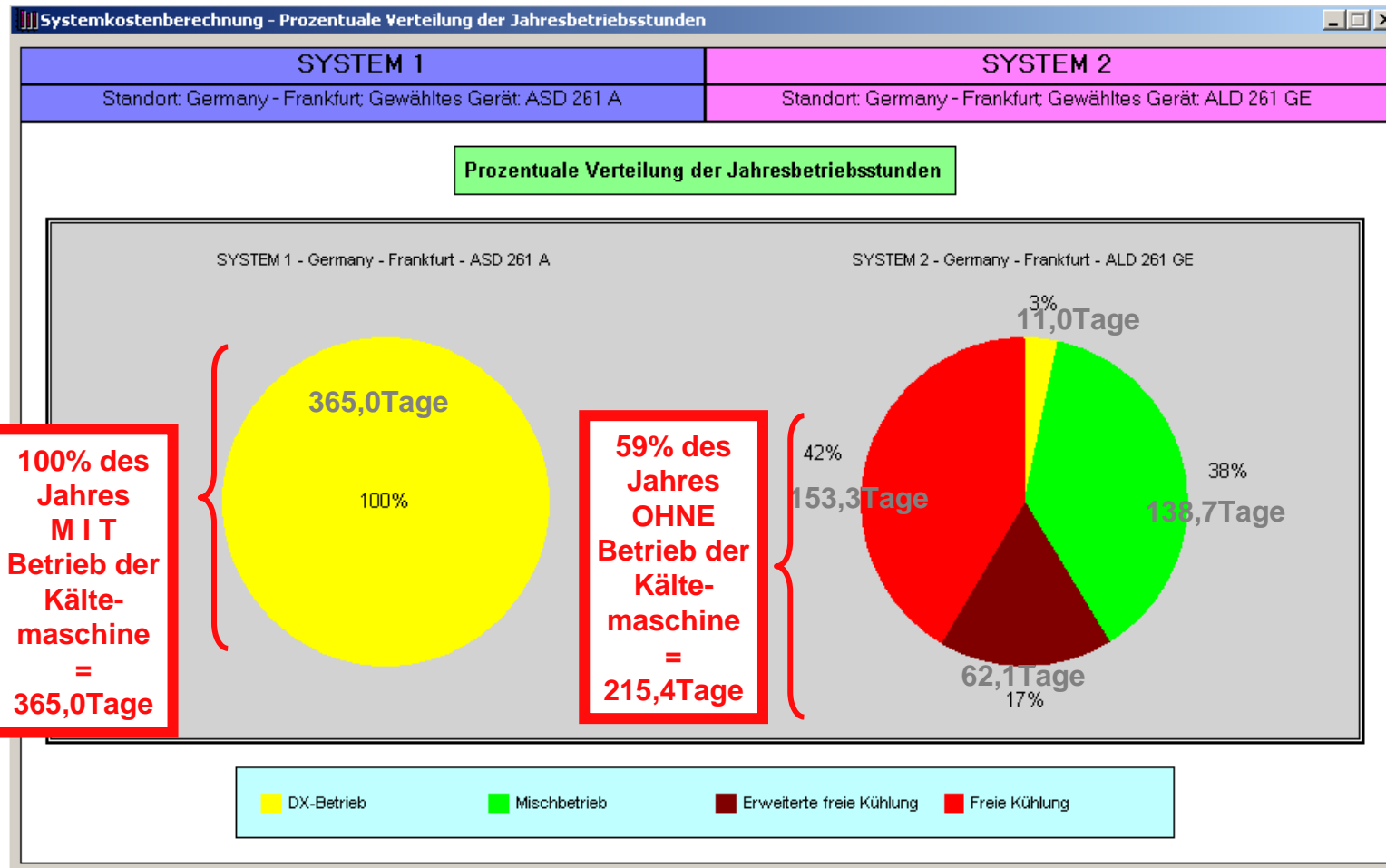
+31%

-55%

12+14 Beispiel Systemdesign: System OHNE Freie Kühlung gegen System MIT Freier Kühlung



12+14 Beispiel Systemdesign: System OHNE Freie Kühlung gegen System MIT Freier Kühlung



13+14

Beispiel Rückluftbedingungen: Gleiches Klimasystem

– unterschiedliche Rückluftbedingungen **22°C/55%r.F.** vs. **27°C/40%r.F.** !

Systemkostenberechnung

Page 1: **Auslegung**

Projekt: 2740FrankfurtDCD200908
 Bearbeiter: Pfeleiderer
 Wärmelast: 40 kW
 Standort: Germany - Frankfurt
 Maximale Außentemperatur: 37 °C
 Energiekosten (pro kWh): 0,15
 Kältesystem: CyberAir GE
 Jährl. Energiekostenerhöhung: 8 %
 Kapitalverzinsung: 3 %
 Abschreibungszeitraum: 10 Jahre
 Standbykapazität: 2+1
 Rücklufttemperatur: 22 °C
 Rückluftfeuchte: 55 %
 Medieneintrittstemp. (CW): °C
 Medianaustrittstemp. (CW): °C
 Glycolanteil (G, GE, CW): %
 Anzahl Geräte: 1x(2+1)
 Nutzkälteleistung: 43 kW
 RK/KWS/Kondensator: GFH 080.2C/4-S(D)-G
 Anzahl: 1
 Pumpe: TPE 40-240/2
 erf. Förderhöhe / Volumenstrom: 17,3 m / 18,9 m³/h
 Rohrsystem Druckverlust: 50,0 kPa
 Kosten Rohrsystem: 0

Page 2: **Ergebnis**

	SYSTEM 1	SYSTEM 2	Differenz
Standort:	Germany - Frankfurt	Germany - Frankfurt	
Energiekosten (pro kWh):	0,150	0,150	
Gewähltes Gerät:	ALD 261 GE	ALD 261 GE	
Investitionskosten	No. Total	No. Total	
Klimagerät	3 31.644	3 31.644	
Rückkühler	1 0	1 0	
Kondensator	0 0	0 0	
Summe Investitionskosten	0 39.080	0 39.080	0
Jährl. Energiekostenerhöhung:	8 %	8 %	
Kapitalverzinsung:	3 %	3 %	
Abschreibungszeitraum:	10	10	
Betriebs- und Gesamtkosten	Total	Total	
Betriebskosten pro Jahr	11.732	9.349	-2.383
Gesamtkosten nach 1. Jahr	51.984	49.601	-2.383
nach 2 Jahren	65.710	60.753	-4.957
nach 3 Jahren	80.332	72.596	-7.736
nach 4 Jahren	95.932	85.194	-10.738
nach 5 Jahren	112.596	98.616	-13.980
nach 6 Jahren	130.420	112.939	-17.481
nach 7 Jahren	149.506	128.244	-21.262
nach 8 Jahren	169.965	144.619	-25.346
nach 9 Jahren	191.914	162.157	-29.757
nach 10 Jahren	215.483	180.963	-34.520

Page 3: **Druckausgaben und Diagramme**

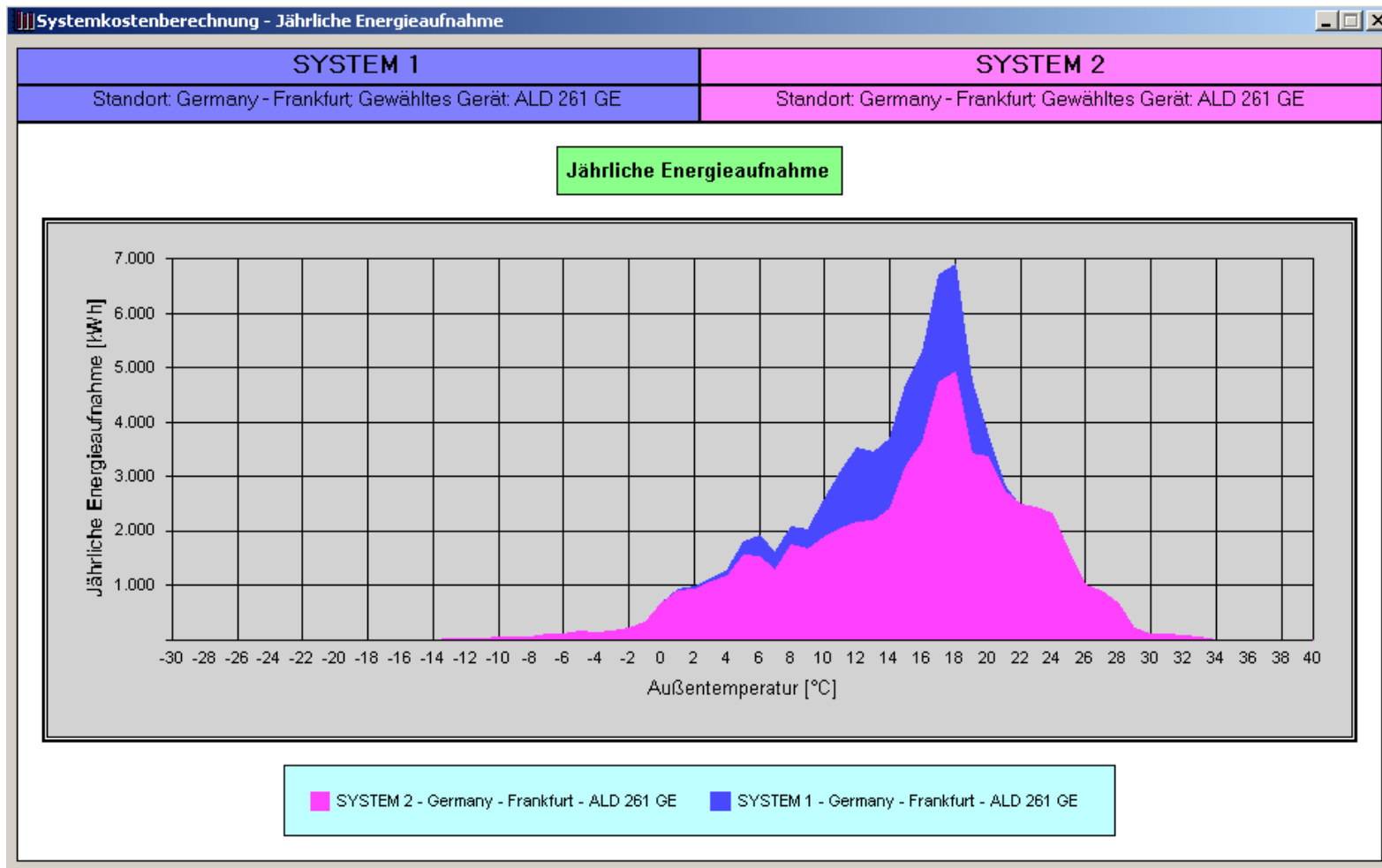
Druck Kurzübersicht | Gesamtkosten | Energiekst. Komponenten | Jahrestemperaturstunden
 Druck Seite | Energieaufnahme | Energiekst. Betriebsmodus | Jahresbetriebsstundenvert.

Ursache: z.B. zu niedrige Sollwertvorgabe an Klimageräten

- 20%

13+14

Beispiel Rückluftbedingungen: Gleiches Klimasystem unterschiedliche Rückluftbedingungen 22°C/55%r.F. vs. 27°C/40%r.F. !



13+14 Beispiel Rückluftbedingungen: Gleiches Klimasystem unterschiedliche Rückluftbedingungen **22°C/55%r.F.** vs. **27°C/40%r.F. !**

Systemkostenberechnung - Prozentuale Verteilung der Jahresbetriebsstunden	
SYSTEM 1	SYSTEM 2
Standort: Germany - Frankfurt, Gewähltes Gerät: ALD 261 GE	Standort: Germany - Frankfurt, Gewähltes Gerät: ALD 261 GE

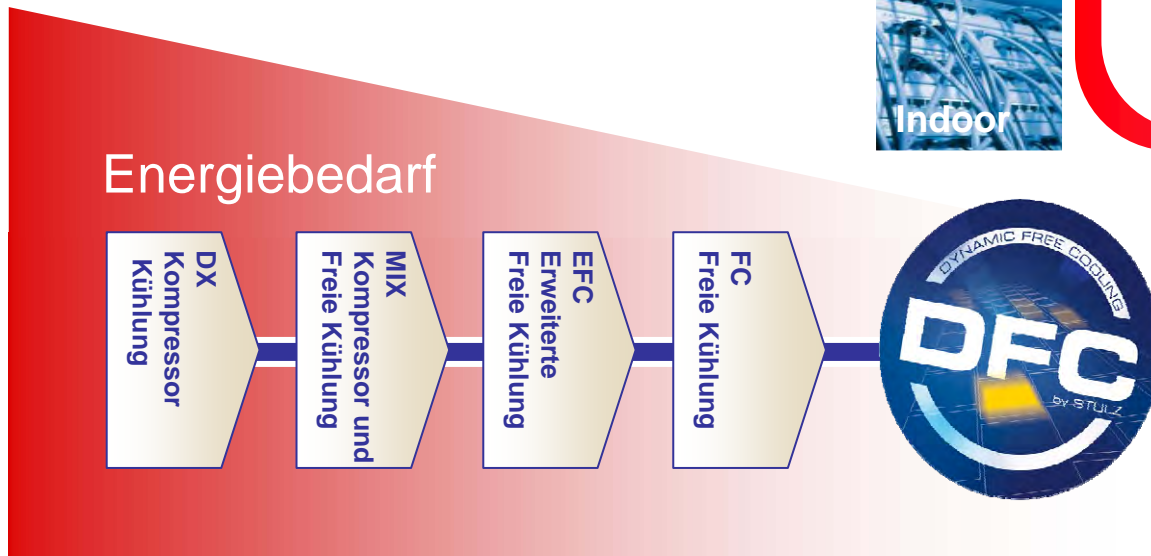
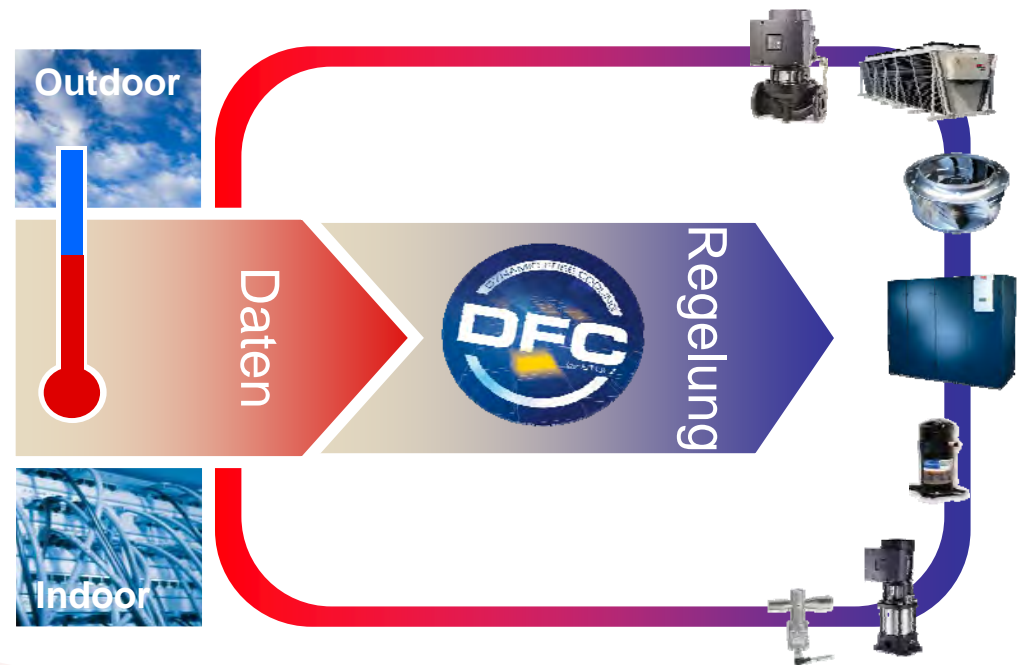
Höchste Freikühlperformance
 nur erreichbar durch



Weitere Energieeinsparungspotentiale bei der indirekten Freien Kühlung



Dynamic Free Cooling,
oder bedarfsabhängige
Aussteuerung der
Komponenten



- Variable, bedarfsabhängige Steuerung der Komponenten
- Einbindung der Stand-by Geräte
- Max. Energieeffizienz
- bis zu 30% Energieeinsparungspotential gegenüber der herkömmlichen indirekten Freien Kühlung

DFC steuert alle Systemkomponenten mit höchster Energieeffizienz



Außentemperatur	FC Freie Kühlung	Aus	Min.	CW: Max DX: Off	An	Max.	Variabel
	EFC Erweiterte Freie Kühlung	Aus	Variabel	CW: Max DX: Off	An	Max.	Max.
	MIX Kompressor & Freie Kühlung	Step	Max.	CW: Var DX: Var	An	Max.	Max.
	DX Kompressor Kühlung	An	Max.	CW: Off DX: Max	Aus	Min.	Variabel
							Energiebedarf

Ein weiteres Beispiel zum Anlagenbetrieb mit fehlerhaften Sollwertvorgaben:

Die Freikühlungsanlage wird mit noch niedrigeren Sollwertvorgaben für die Temperatur betrieben,

statt Rückluft **27°C/40%r.F.**

mit Rückluft **20°C/60%r.F.**

Welche Betriebskostensteigerung ist zu erwarten?

13+14

Beispiel Rückluftbedingungen: Gleiches Klimasystem

unterschiedliche Rückluftbedingungen 20°C/60%r.F. vs. 27°C/40%r.F. !

also noch „falscher“ betrieben!

Ursache: z.B zu niedrige Sollwertvorgabe an Klimageräten

Systemkostenberechnung

Page 1 | Page 2 | Page 3

Auslegung

Projekt: 2060vs2740FrankfurtDCD
 Bearbeiter: Pfeleiderer
 Frequenz: 50 Hz / 60 Hz
 Wärmelast: 0,150 / 0,150
 Standort: Germany - Frankfurt

Ergebnis

Gewähltes Gerät: ALD 261 GE

Investitionskosten	No.	Total	No.	Total
Klimagerät	3	31.644	3	31.644
Rückkühler	1	6.237	1	6.237
Kondensator	0	0	0	0
Zentralpumpe	1	1.199	1	1.199
Kaltwassersatz	0	0	0	0
Rohrsystem / Installation	0	0	0	0
Summe Investitionskosten	0	39.080	0	39.080

Jährl. Energiekostenerhöhung: 8 %
 Kapitalverzinsung: 3 %
 Abschreibungszeitraum: 10 Jahre

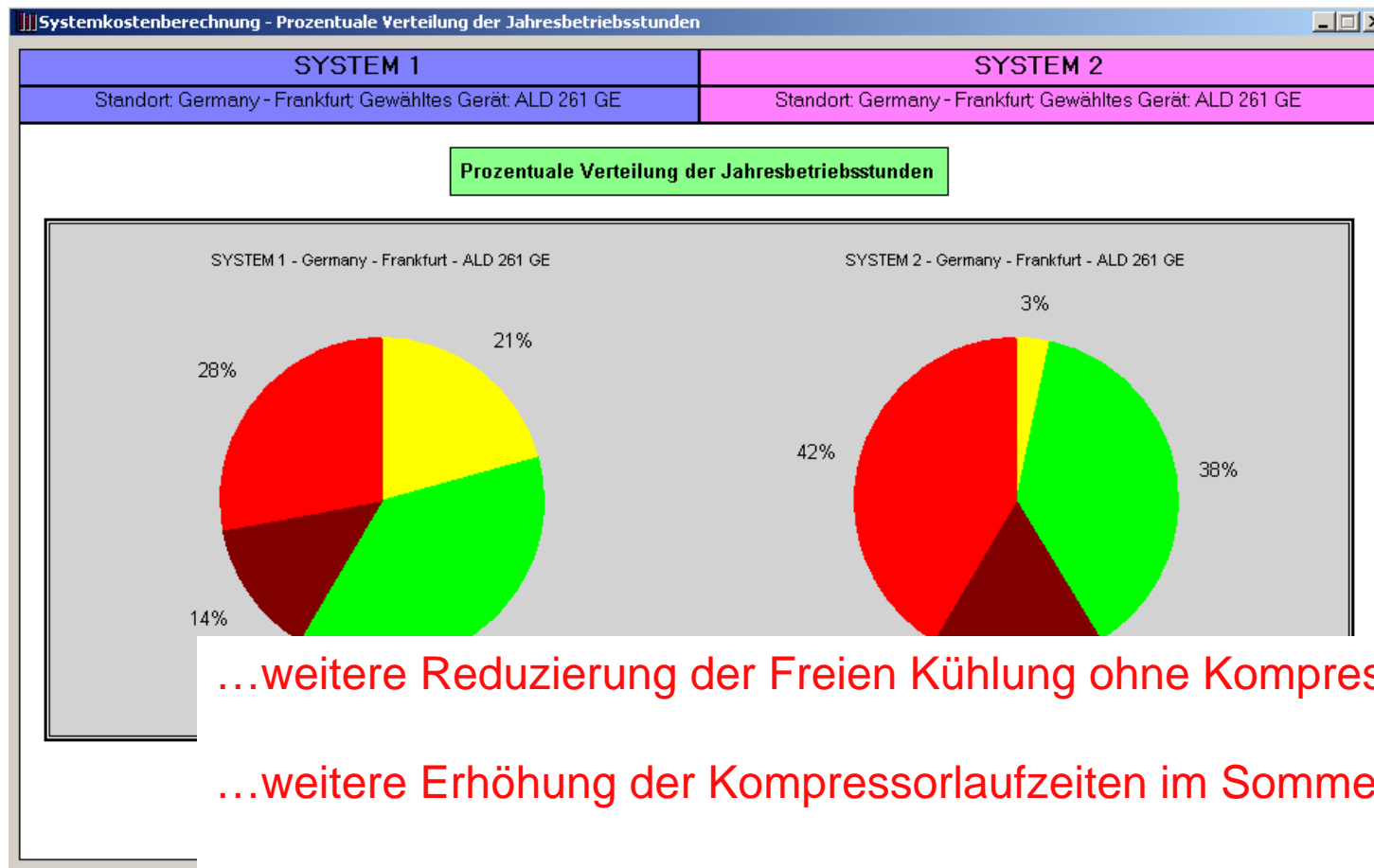
Betriebs- und Gesamtkosten	Total	Total
Betriebskosten pro Jahr	12.636	9.349
Gesamtkosten nach 1 Jahr	52.999	43.601
nach 2 Jahren	67.590	60.753
nach 3 Jahren	83.267	72.596
nach 4 Jahren	100.006	85.194
nach 5 Jahren	117.900	98.616
nach 6 Jahren	137.052	112.939
nach 7 Jahren	157.573	129.244
nach 8 Jahren	179.581	144.619
nach 9 Jahren	203.203	162.157
nach 10 Jahren	228.579	180.963

-26%

Druckausgaben und Diagramme

Druck Kurzübersicht | Gesamtkosten | Energiekst. Komponenten | Jahrestemperaturstunden
 Druck Seite | Energieaufnahme | Energiekst. Betriebsmodus | Jahresbetriebsstundenverf.

13+14 Beispiel Rückluftbedingungen: Gleiches Klimasystem
 unterschiedliche Rückluftbedingungen **20°C/60%r.F.** vs. **27°C/40%r.F. !**
also noch „falscher“ betrieben!



...weitere Reduzierung der Freien Kühlung ohne Kompressorbetrieb
 ...weitere Erhöhung der Kompressorlaufzeiten im Sommerbetrieb
+ Zusätzliche Betriebskosten für die BEFEUCHTUNG!

13+14 Beispiel Rückluftbedingungen: Gleiches Klimasystem unterschiedliche Rückluftbedingungen **20°C/60%r.F.** vs. **27°C/40%r.F. !**

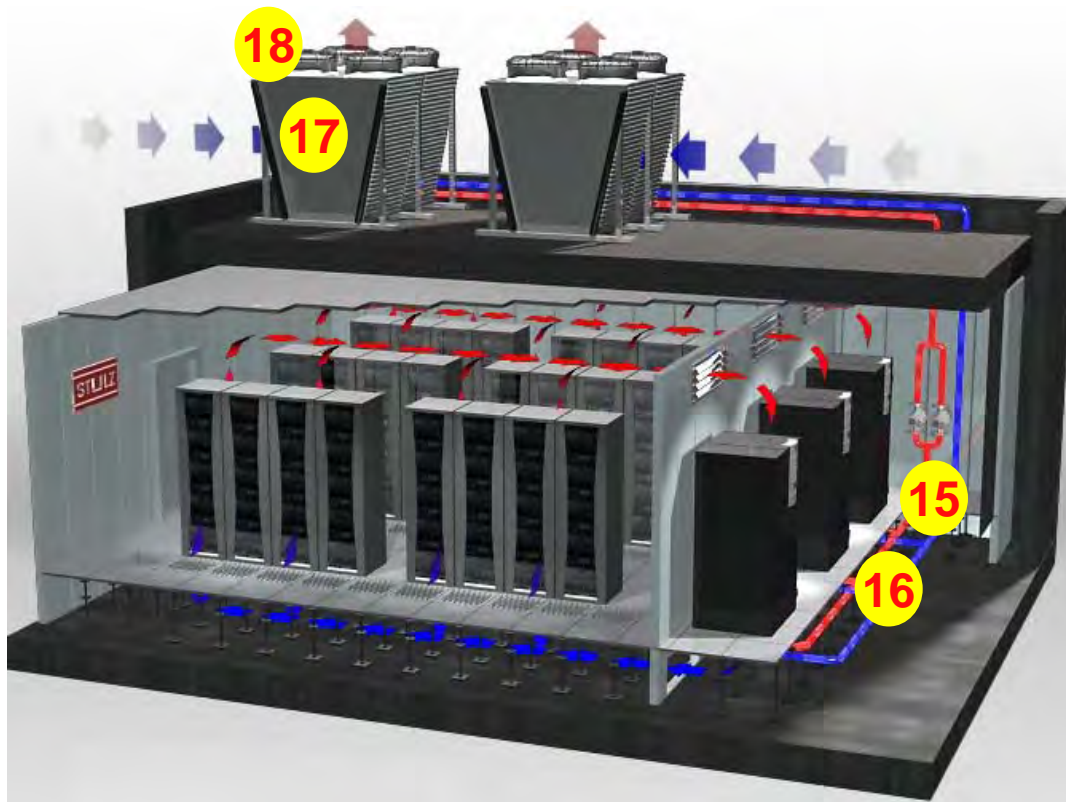
Klimasystem mit 40kW Nutzkälteleistung

Zusätzliche Betriebskosten „Kälteerzeugung“	€ 3.287.--
Zusätzliche Kosten „Befeuchtung“ ca. 5.000h/a	<u>+ € 2.813.--</u>
Summe JÄHRLICH zusätzliche Betriebskosten	€ 6.100.--

...hervorgerufen durch zu niedrige Sollwertvorgaben am Regelsystem !

- Mögliche Gründe:
- => Wärmenester im Raum
 - => Irrglaube, daß kalte Luft „Kälte“ speichert

Weitere Stellschrauben an einem Freikühlungssystem



- 15 Pumpentechnologie
- 16 Auslegung Rohrleitungssystem inkl. Armaturen
- 17 Auslegung der Wärmetauscher
- 18 Lüfertechnologie

Klimatisierung der Zukunft

Energieeffiziente Rechenzentrumsklimatisierung

Vielen Dank für Ihr Interesse

Kontakt:

Achim Pfeiderer

Leiter Service und Marketing Deutschland

pfeiderer@stulz.de

Green IT