

Intensiv-Seminar

Heizungs-, Kälte-, Klima- & Lüftungstechnik optimieren –
Energieverbrauch reduzieren

Lüftung & Klima

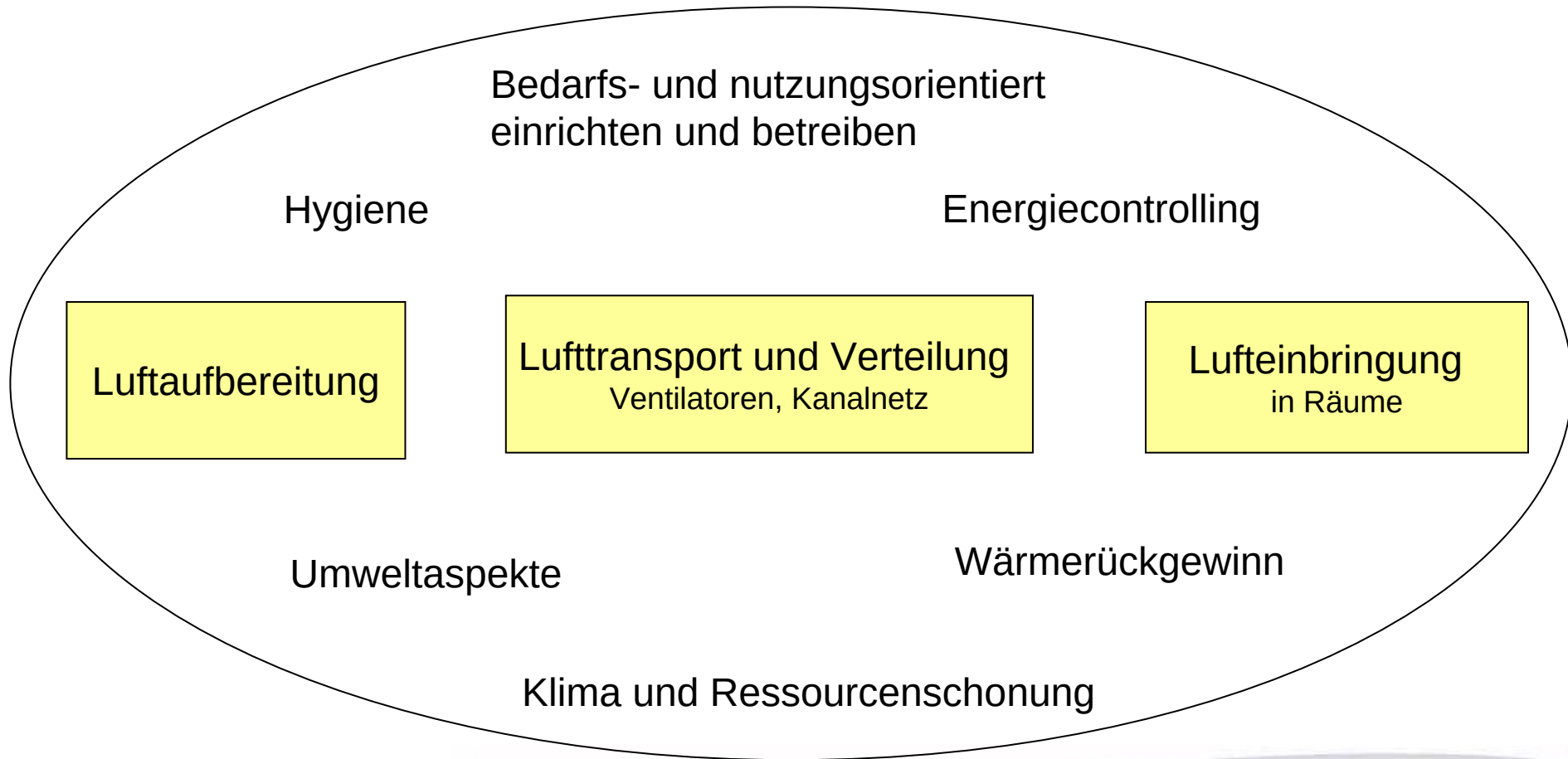
Lüftungs- und Klima-Systemtechnik

Themenübersicht

- **Luftaufbereitung**
 - Reinigung / Filter
 - Wärmerückgewinn / Erwärmung
 - Ventilatoren
 - Be- und Entfeuchten
 - Kühlen
- **Lufttransport**
 - Kanalnetz, Ventilatoren
- **Zuluftführung**
 - in Räumen und Hallen

Raumluftechnik

Kein Kostenfaktor bei richtiger Bemessung



Lüftung - Raumluftechnik - Klimatisierung

- Außenluftaufbereitung
 - freier Ansaug
mit Filterung 2-stufig
 - Wärmerückgewinn
 - Befeuchtung / Kühlung / Nacherhitzung
 - Luftförderung über Ventilator
- Inspektion und Wartung
 - Hygieneinspektion nach VDI 6022
- Woran ist zu erkennen, dass eine RLT Anlage
 - nicht in ihrem Bestzustand läuft?
 - zu hohe Energiekosten verursacht?

Zentrale Luftaufbereitung

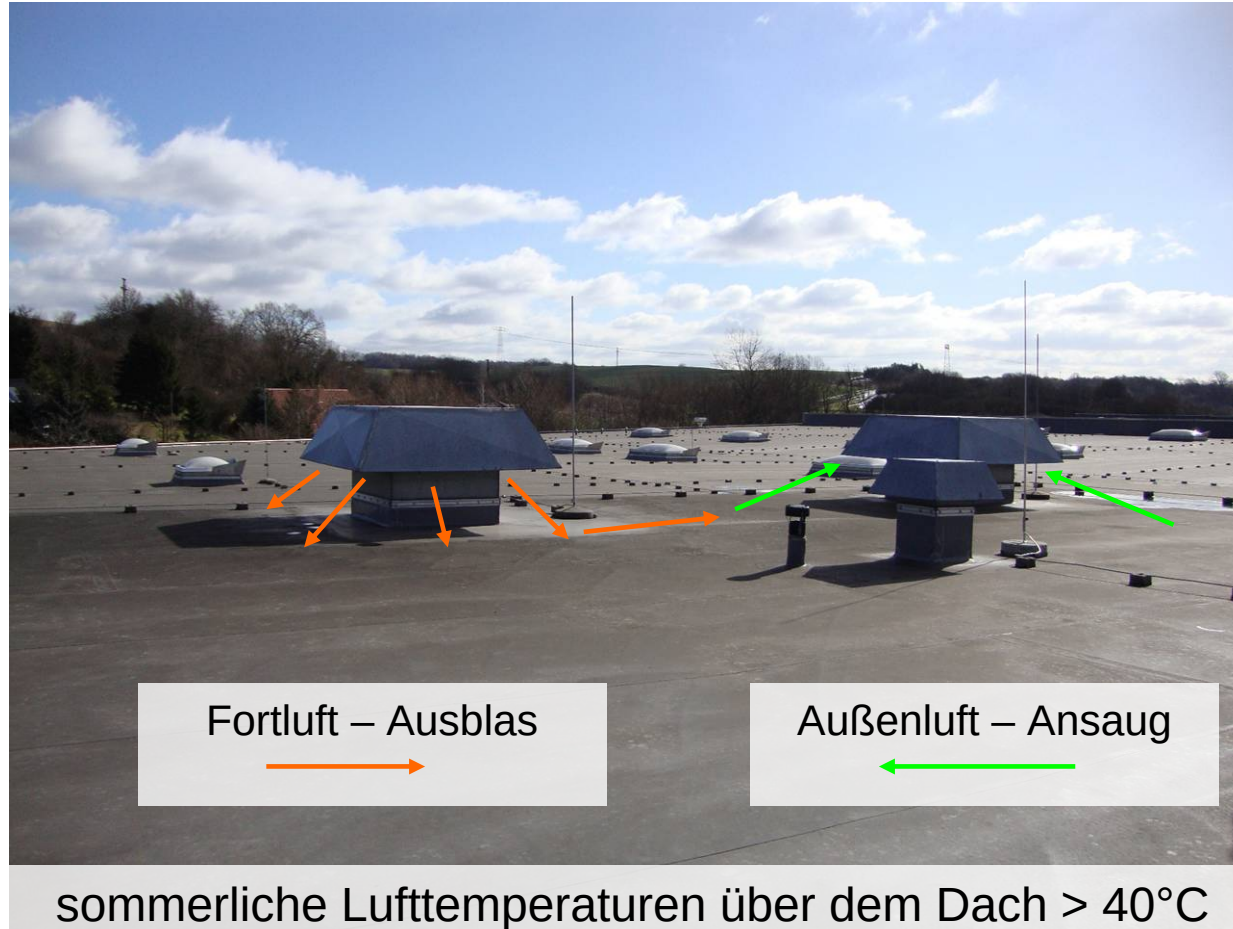
160.000 m³/h



- **Ansaug- und Ausblaseinheit**
 - Mit Wetterschutz / Schalldämpfung
- **Filterung der Außenluft**
 - Vorfilter Filterklasse F5
 - Reinform F7 und besser
- Zu- und Abluftführung zum**
- **Wärmerückgewinn**
 - Wärmerückgewinnungsgrad > 75 %
 - 3 rotierende Wärmerückgewinner
- **Begehbar für Inspektion und Reinigung**

Fatale ‚Frischlufiansaugung‘

Abluft mischt Außenluft



extrem krass:

1. So sollten Fortluft und Zuluft nicht platziert werden
2. Bei Sonneneinstrahlung wird Warmluftschicht vom Hallendach als Zuluft angesaugt

Befeuchtung

energiesparend und hygienisch



- **Sprühwäscher**
 - mit UV-Entkeimung des Wäscherwassers
 - Vermeidung des Einsatzes von Bioziden und Chemie
 - bedarfsgeregelter Wasserumlauf
 - Einsparung Pumpenenergie
 - Befeuchtung nach hx-Regelung im Behaglichkeitsfeld
 - hohe Einsparung an Klimatisierungskosten
- **Betrieb als Kühlwäscher**
 - Nutzung der adiabaten Kühlung
 - Umlaufwasser wird gekühlt
 - zusätzlicher Kühleffekt

Klimazentrale

2 x 30.000 m³/h redundant



Effizienzverbesserung an Ventilatoren und RLT- Systemen

- Optimierung der Strömungsgeometrie
 - Im Einbau des Ventilators und des Zuluftabgangs
- Auslegung des Ventilators / des Systems auf den Bestpunkt
- Auswahl hoch effizienter Ventilatoren
 - Austausch häufig sinnvoll
- Verminderung des Druckverlustes
 - durch Optimierung der Kanäle
- Senkung auf Mindestvolumenstrom,
 - nutzungs- und bedarfsangepasst
 - Volumenstromregelung
- Bedarfsabhängige Regelung
 - Drehzahlregelung nach Systemschlechtepunkt
- Einsatz effizienter Antriebe
 - Drehstrommotore hoher Effizienzklasse Eff1+, IE 2, IE 3

Verbesserungen im Betrieb

- Energiemanagement und Controlling
 - begleitende Optimierung
- Wartung / Instandhaltung
 - birgt enormes Verbesserungspotenzial
 - Filterwechsel
 - regelmäßige Kontrolle
 - Wahl des Filtermaterials und Bemessung der Filter

Bauarten Ventilatoren

Radialventilatoren

Dr.-Ing. Johannes Anschütz,
Entwicklungsleiter bei
Geese Ventilatoren, Wittenburg

Die Annahme des Energiepotenzials von 25 % beruht auf Erfahrungswerten bereits durchgeführter Sanierungen bestehender Anlagen. Durch den Einsatz der Ventilatoren und durch die Verbesserung der Systemwirkungsgrade unter Verwendung hochwertiger Radialventilatorsysteme könnten diese Verbesserungen in zahlreichen Fällen erzielt werden.

Ventilatorbauart

Wird allein die Aerodynamik unterschiedlicher Ventilatorbauarten verglichen, können bei gleichen Leistungen die maximal erreichbaren statischen Wirkungsgrade beispielhaft für einen Laufraddurchmesser von 500 mm zwischen 55 und 78 % liegen. Diese Werte beziehen sich jeweils auf Radialventilatoren mit Spiralgehäuse und die Betrachtung der statischen Druckerhöhung, die typischen Einbaustauben im Klimateil entsprechend. 55 % werden so im Optimalpunkt mit Trommellaufem, jedoch 78 %

12 Vorwärtsgekrümmte
Schaufeln, statischer Wirkungs-
grad 55 %

16 Rückwärtsgekrümmte
Schaufeln, statischer Wirkungs-
grad 78 % (zweiseitig saugender
Ventilator mit Spiralgehäuse,
500 mm Laufraddurchmesser)

jedoch 78 % mit Hochleistungsradialventilatoren rückwärtsgekrümmter und profilierter Laufradschaufeln erreicht (Bild 1). Neben den physikalischen Unterschieden verschiedener Ventilatorbauarten ist die Spezifikation der Einbauten für die Auswahl von entscheidender Bedeutung. Auch wenn die Hersteller, die in ihrem Produktprogramm die unterschiedlichsten Ventilator-Konzepte anbieten, sich über Vor- und Nachteile bewusst sind, wird das Potenzial, das in der Verwendung einer gleich optimierten Ventilatorbauart liegt, noch lange nicht vollständig genutzt. Hauptgrund hierfür ist die fehlende oder unzureichende Berücksichtigung der Betriebskosten, die mit ca. 90 % den weit überwiegenden Anteil an den Gesamtkosten eines Ventilators (bezogen auf seine gesamte Betriebszeit) ausmachen. Betrachtet man sämtliche Komponenten einer KLT-Anlage, so ergeben sich für den Ventilator die folgenden Anteile an den gesamten Investitionen, bzw. Betriebskosten, die die Verhältnisse noch deutlicher machen (Bild 2).

Maßstäbe für den Energiebedarf

Während Luftwechselraten für die Be- und Entlüftung z. B. nach DIN 4701 und auch nach VDI 3863 und EN 12779 ebenso wie die Bohrluft für den Jahresprimärenergiebedarf zu Grunde gelegt werden, werden tatsächliche Strömungsleistungen, die sich aus Druckverlusten in der Anlage, dem Luftteilungsnetz sowie den für die Konditionierung erforderlichen Komponenten zur Kühlung, Be- und Entfeuchtung ergeben, nicht betrachtet. Genau diese erforderlichen Strömungsleistungen, die von den Ventilatoren aufzubringen sind (in Verbindung mit

Nach Schätzungen sind in Deutschland in raumluft-technischen Anlagen etwa 2 Mio. Radialventilatoren in Betrieb. Bei einer mittleren Antriebsleistung von 3 bis 4 kW und einer durchschnittlichen Betriebsdauer von 4.000 h/a liegt der jährliche Gesamtenergieverbrauch dieser Ventilatoren bei ca. 30 Mio. MWh. Nimmt



**doppelseitig saugende
Ventilatorlaufräder**

- doppelseitig saugend → besser
- einseitig saugend → nachteilig
- vorwärtsgekrümmtes Laufrad (Trommelläufer)
 - ungünstiger Wirkungsgrad um / unter 70 %
- rückwärtsgekrümmtes Laufrad
 - hoher Wirkungsgrad bis über > 80 %

Bauarten Ventilatoren



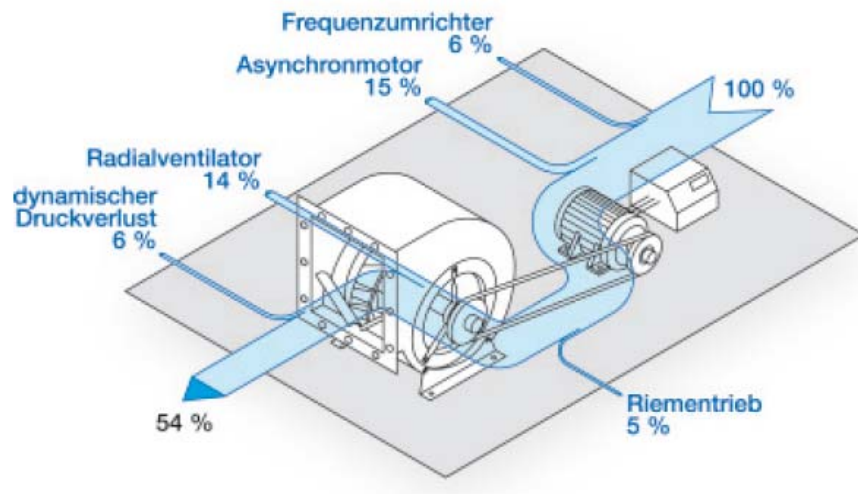
Exemplar für 80.000 m³/h Abluft
drehzahlgeregelt, hoch effizient

Axialventilatoren

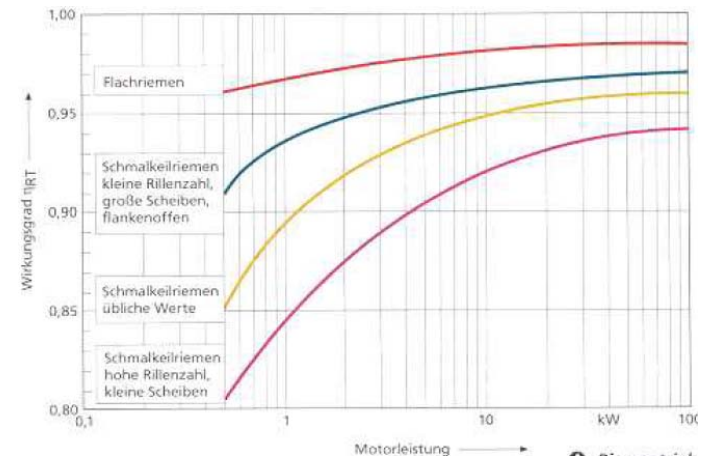
Hier gezeigt:

- Parallelbetrieb von 2 Axialventilatoren mit insgesamt 160.000 m³/h
- Drehzahlgeregelt
- Optimiert ausgelegt
- Wirkungsgrad > 80 %
- Hohe Wirkungsgrade sind auch mit Axialventilatoren zu erzielen

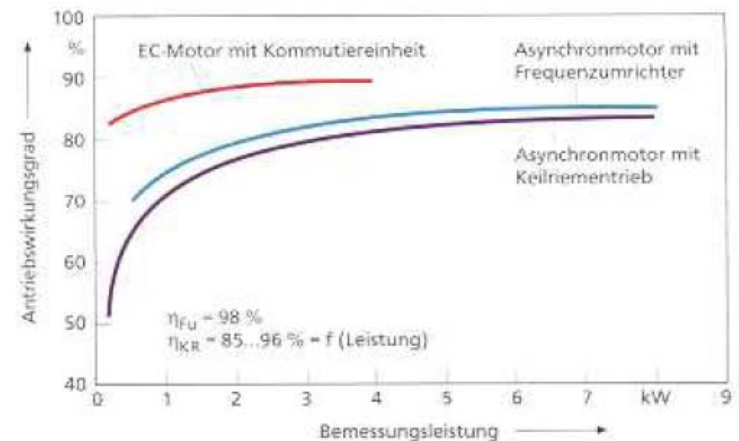
Systemverluste Luftförderung



Verluste Ventilatorsystem



Riementriebwirkungsgrad



Antriebswirkungsgrad

Beispiele (hoch) ineffizienten Ventilatorbetriebs

Einsparung möglich bis 80 %



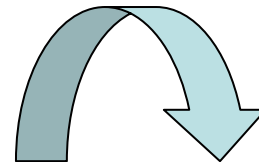
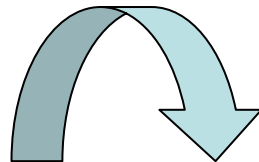
Das Effizienzpotenzial von Pumpen und Ventilatoren

$$P(n) = (n_2/n_1)^3$$

Leistung (P) verändern sich zur **3. Potenz**

mit Änderung der

Drehzahl (n)



Halbierung der Drehzahl

1/8 Leistung

Wege zur Energieeffizienz

*„Energieeffizienz aus dem Katalog
gibt es nicht. Lösungen zur
Reduktion der Energiekosten sind
immer individuelle Lösungen.“*

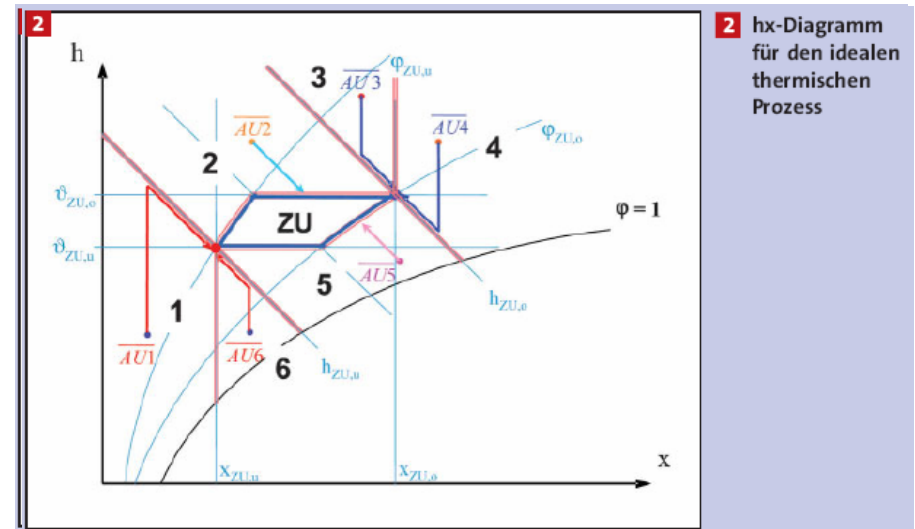
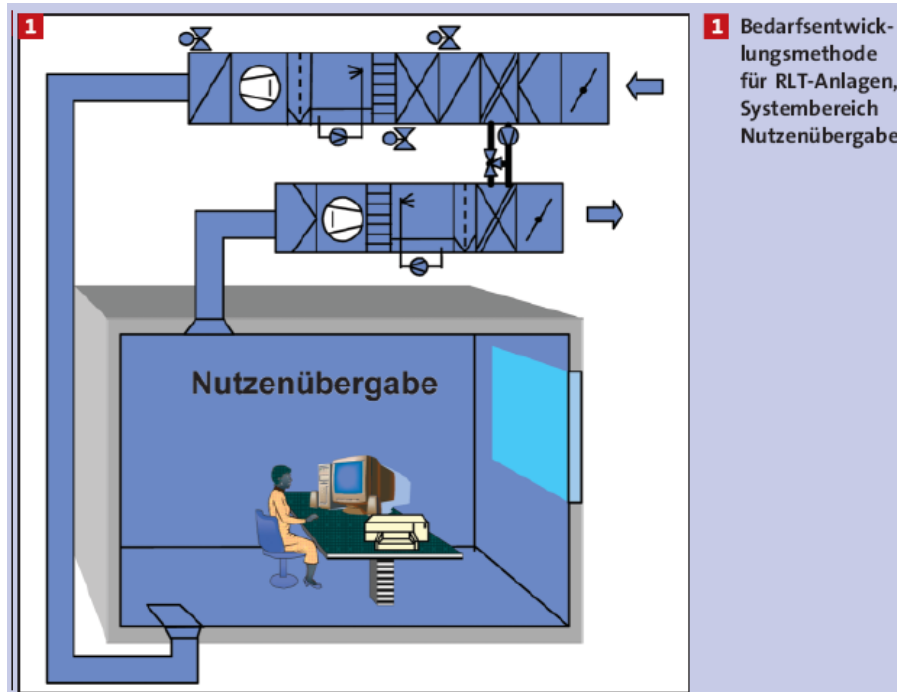
*Dipl.-Ing. Gerd Marx,
Energieagentur NRW*

Steigerung der Energieeffizienz in Unternehmen

Einsparpotentiale richtig nutzen – Die gesellschaftspolitische Notwendigkeit energieeffizienten Handelns, d. h. für den Gebäudebereich energieeffizientes Planen, Bauen und Betreiben, nimmt stetig zu. Neben einer vermeint-

Prinzipdarstellung Klimaanlage

Zuluftkonditionierung



Quelle: Ki Kälte Luft Klimatechnik Mai 2008 Schlosser, Schmidt

Richtwerte effizienter Raumluf-Anlagentechnik

Tabelle 1: Druckdifferenzen für den idealen Lufttransport

Komponente	Druckdifferenz in Pa	
	Zuluft	Abluft
Filter	120	120
Erwärmer	10	-
Kühler	20	-
Befeuchter	2	-
Schalldämpfer	12	10
Wärmerückgewinner	80	80
Summe RLT-Gerät	244	210
Kanal – System	0	0
Summe RLT- Anlage	244	210

Tabelle 2: Druckdifferenzen für den realen Lufttransport

Komponenten	Druckdifferenz in Pa					
	Zuluft			Abluft		
	Min.	Mittelwert	max.	min.	Mittelwert	max.
Filter	120	149	200	120	149	200
Erwärmer	10	77	160	-	-	-
Kühler	40	186	400	-	-	-
Befeuchter	15	134	300	-	-	-
Schalldämpfer	40	61	100	40	61	100
Wärmerückgewinner	80	192	370	80	192	370
Summe RLT-Gerät	305	799	1530	240	402	670
Kanal-System	250	643	1800	200	607	1500
Summe RLT-Anlage	555	1442	3330	440	1009	2170

Quelle: Ki Kälte Luft Klimatechnik Mai 2008 Schlosser, Schmidt

Orientierung

Auslegung Klimatisierung

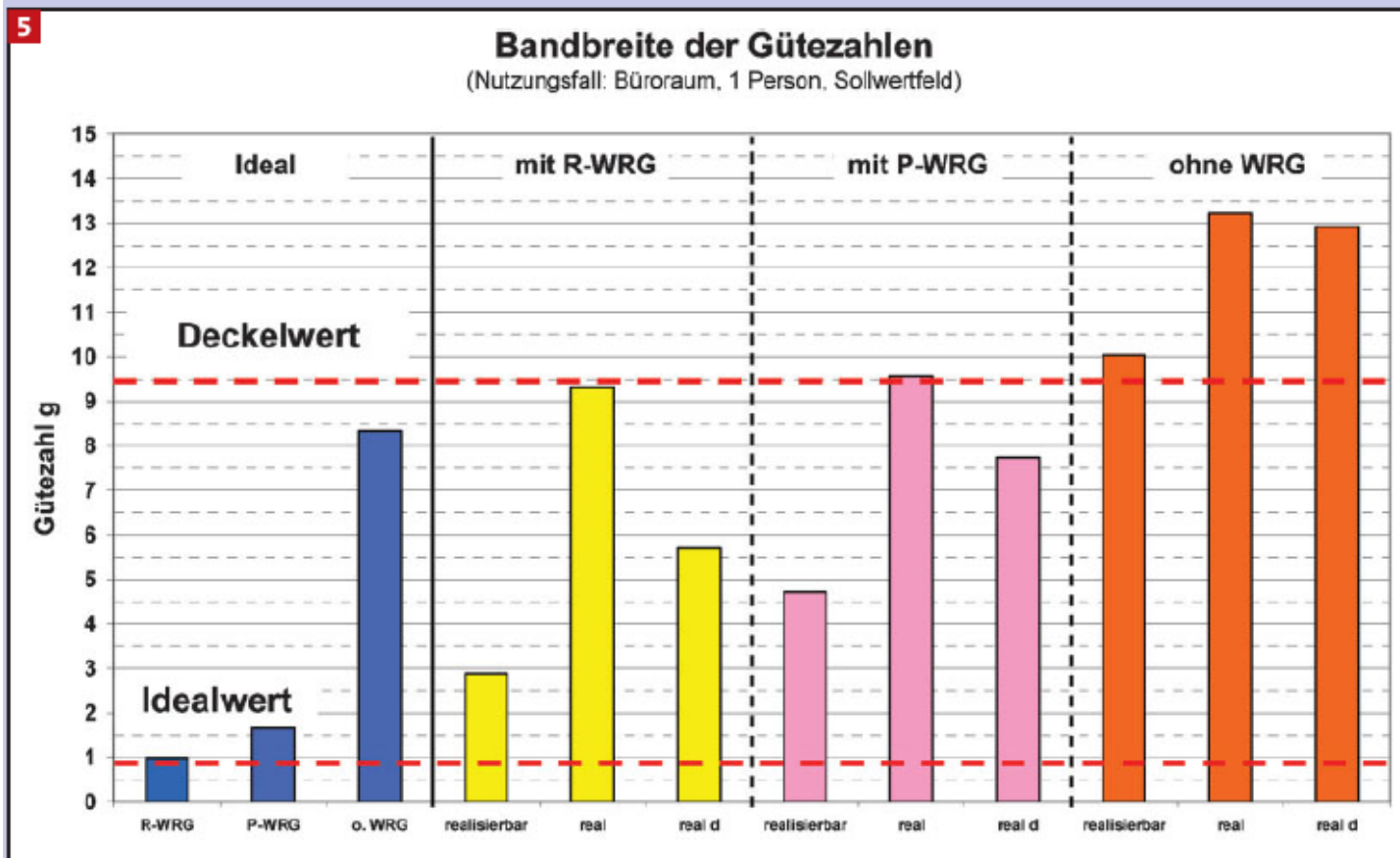
Tabelle 3: Übersicht der Randbedingungen für Beispiel Büroraum mit 1 Person

Geometrie	$L \times B \times H = 5\text{m} \times 3,5\text{m} \times 3\text{m}$, $A_{\text{Fenster}} = 7\text{m}^2$			
Orientierung	Süd, Verschattungsfaktor $b = 0,5$			
Wetterdaten	Testreferenzjahr: TRY05			
Betriebszeit	Mo–Fr: 6:00–18:00	$t_{\text{Btr}} = 3129\text{ h}$		
Sollwerte	Sommer:	$\vartheta_{\text{Ra,o}} = 26^\circ\text{C}$	$\varphi_{\text{Ra,o}} = 70\%$	
	Winter:	$\vartheta_{\text{Ra,u}} = 21^\circ\text{C}$	$\varphi_{\text{Ra,u}} = 30\%$	
Interne Quellen		Thermische Quellen		Stoffquellen
		Konvektion [W]	Strahlung [W]	Feuchte [g/h]
	1 Person	50	25	60
	1 Personalcomputer	117	23	0
	Beleuchtung (10 W/m^2)	70	105	0
	2 Pflanzen	0	0	30
Infiltration	$n = 0,2\text{ 1/h}$ entspricht $\dot{m} = 52,5\text{m}^3 \times 0,2\text{ 1/h} = 10,5\text{m}^3/\text{h}$			
Außenluft-volumenstrom	$\dot{m}_{\text{AU}} = 40\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{Person}$			

Quelle: Ki Kälte Luft Klimatechnik Mai 2008 Schlosser, Schmidt

Bandbreite von RLT Systemen

hoher und niedriger Effizienz

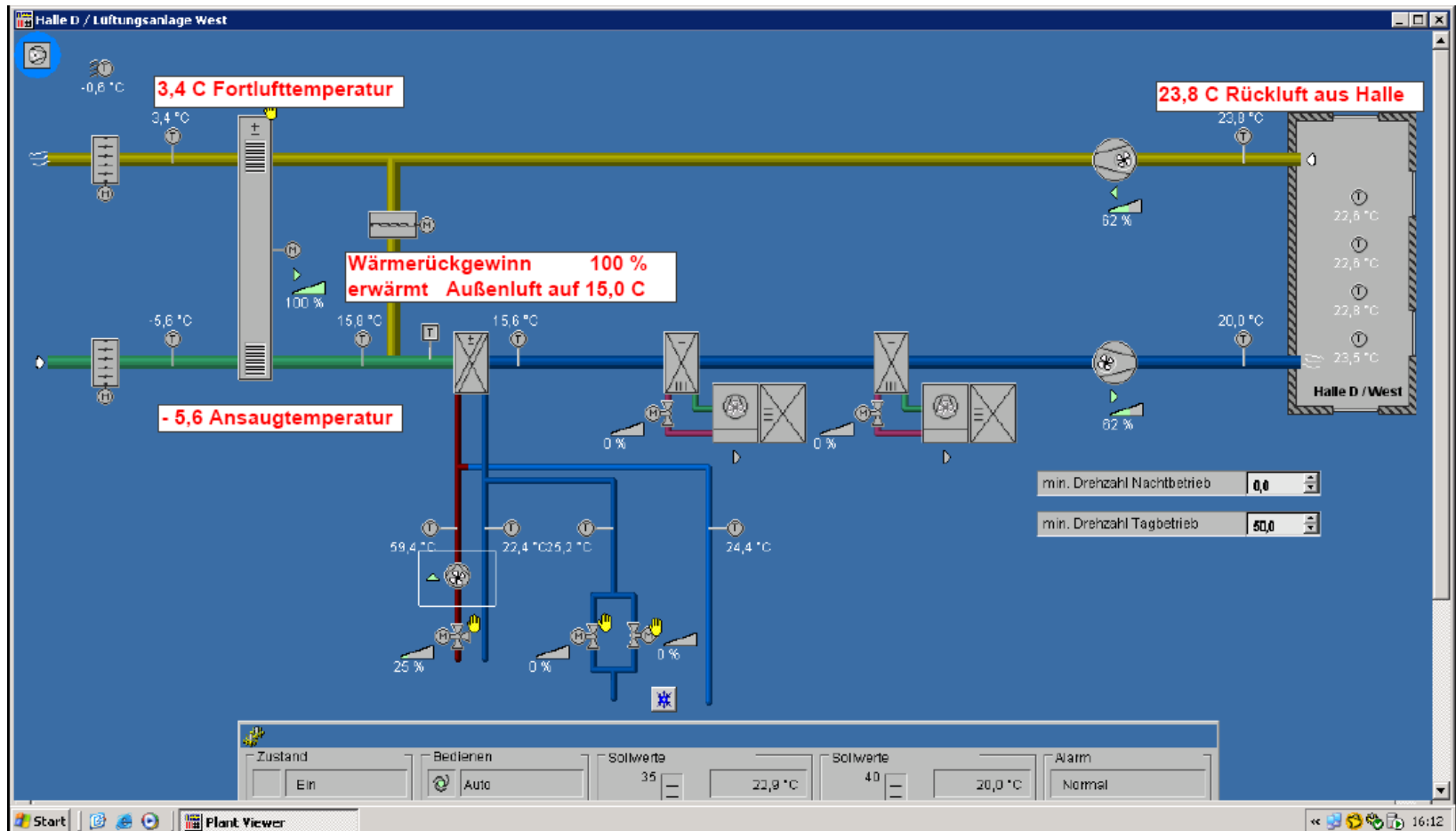


5 Gütezahlen für das Beispiel Büroraum mit einer Person

Quelle: Ki Kälte Luft Klimatechnik Mai 2008 Schlosser, Schmidt

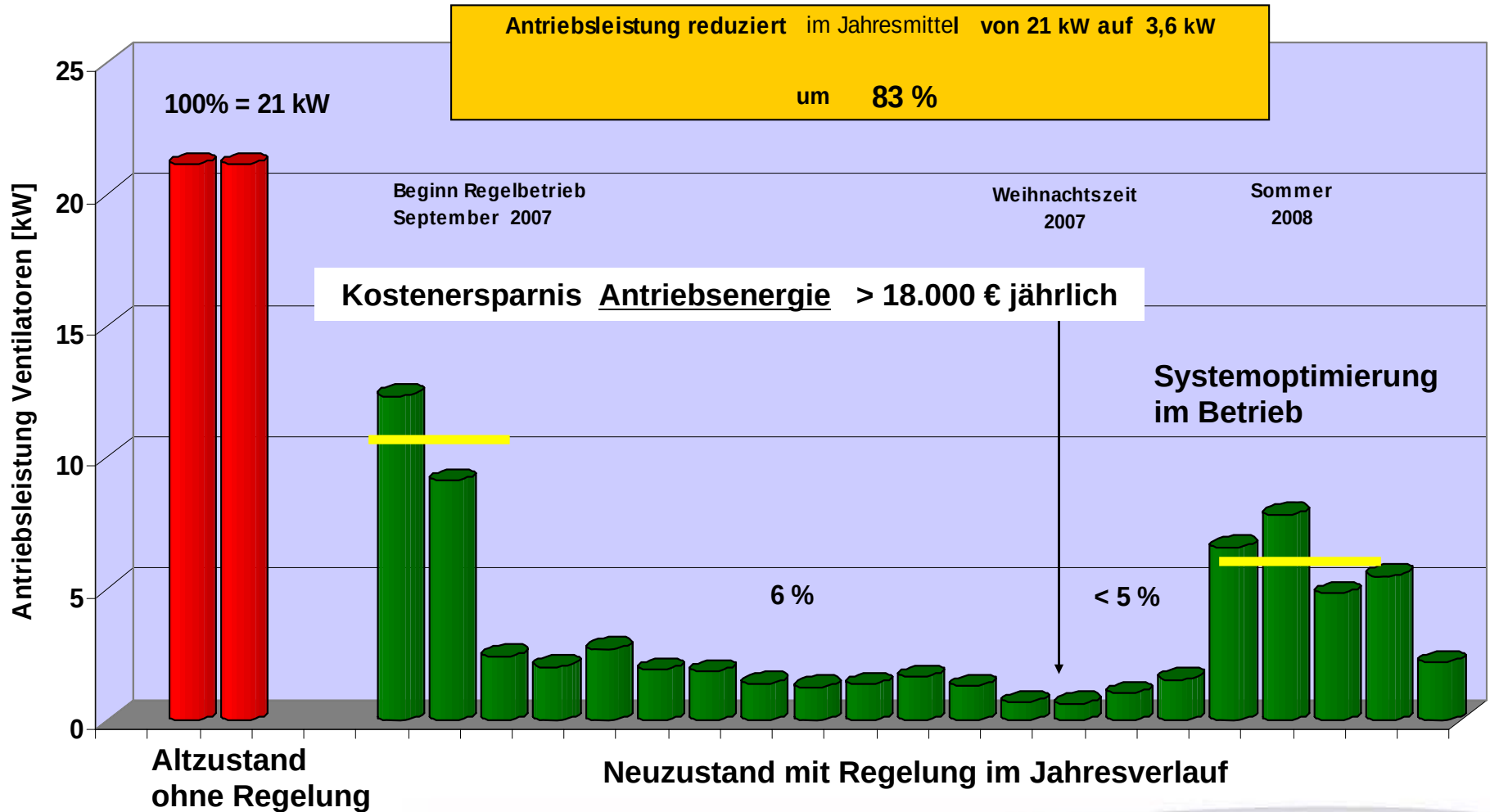
Praxisbeispiel

Industrieklimaanlage mit hoher Effizienz



Minderung Ventilatorenergie > 80%

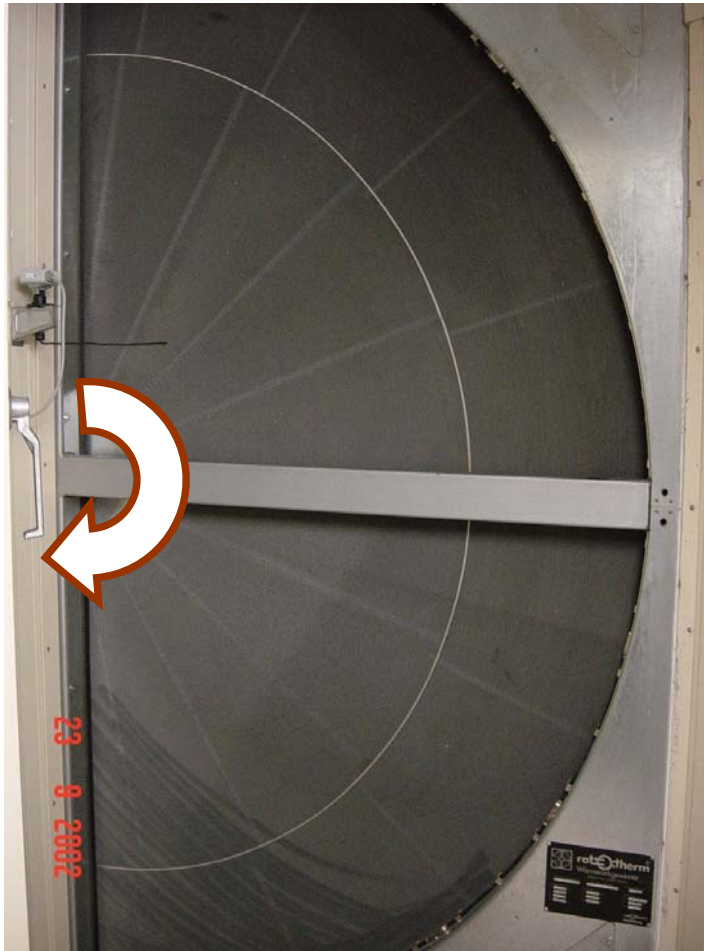
Klimaanlage Industriehalle



Wärmerückgewinn aus Abluft

hocheffizient

Hälfte
eines runden, rotierenden Wärmetauschers



■ Rotationswärmetauscher Außenluft - Fortluft

- Wärmerückgewinn um **90 %**
aus
- Raumluft
einsetzbar für
- Industrieabluft
 - auch problembehaftet, korrosiv
- Prozessabluft
 - hohe Temperaturen, staubhaltig
 - Farbnebel
- Laborabluft
- Krankenhaus

Klimatisieren & Abwärmenutzung

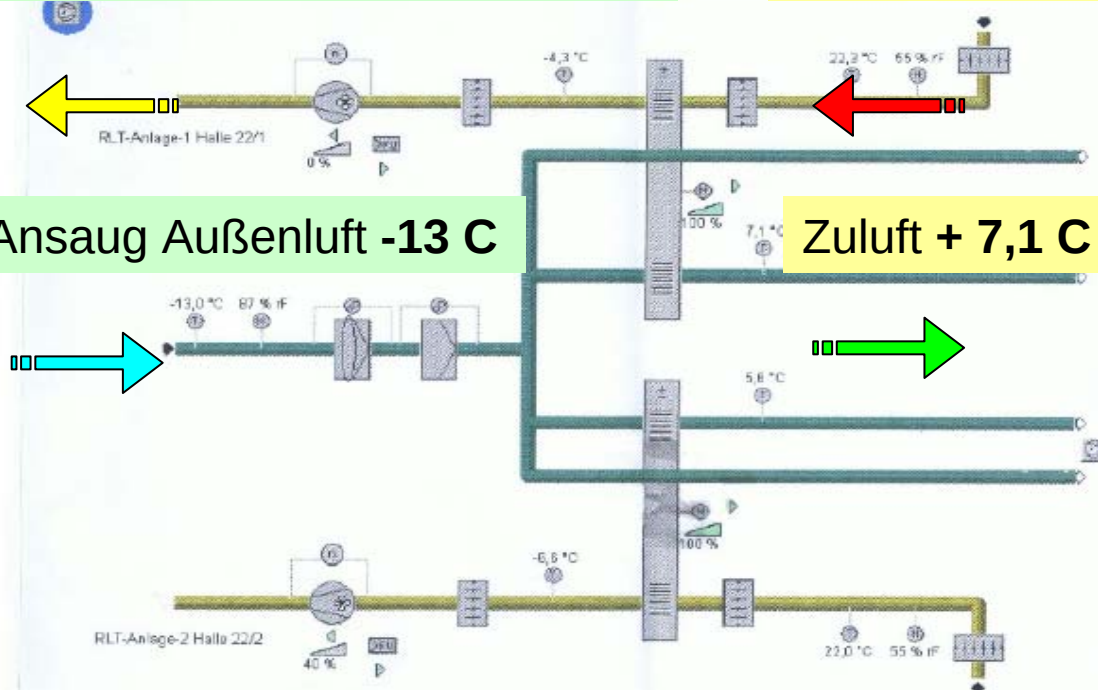
Wärmerückgewinn hoch effizient

nach Wärmerückgewinn - 4,3 C

Raumluft 22,3 C

Ansaug Außenluft -13 C

Zuluft + 7,1 C



2 Klimaanlage

je x 30.000 m³/h

redundant

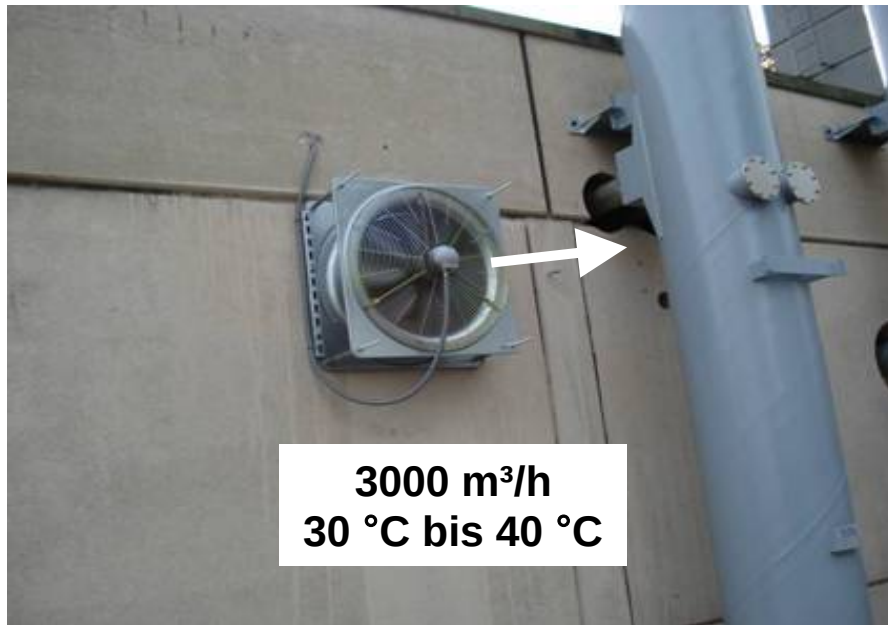
**Wärmerückgewinn-
effekt**

> 70 %

Abwärme nutzen

- auch den Rest !

Kühlluft-Abwärme BHKW



hier:

- provisorischer Kühlventilator
- frei abblasend
- ungenutzt

Ziel:

- Erwärmung nebenliegender Halle mit warmer BHKW -Abluft
- Ersparnis: 4.000 €/a

Abwärme aus Maschinenkühlung

Potenziale nutzen !

Problem: Abwärme aus Maschinenkühlung wird in die Halle ,entlassen‘



- mit den Folgen:
 - Temperaturgang in der Halle führt zu Fertigungs-Ungenauigkeiten
 - Ausfall der Bearbeitungszentren wegen Übertemperatur
 - Fertigungsausschuss
 - hoher Nachbearbeitungsaufwand
 - hohe Kosten aus ,Abtransport‘ der Abwärme‘ aus der Halle mittels Kühlung

Nutzen der Abwärme

➔ Mehrfachnutzen

Lösung: Abgreifen der Abwärme an der Wärmequelle



**Kühlaggregate für Fertigungsmaschinen
blasen warme Abluft nicht in die Hallen**

- mit den energetischen Vorteilen:
 - Sammeln der Abwärme und Zusammenführen zum Wärmerückgewinn
 - hohe Kostenersparnisse durch
 - Reduzierung Heizenergie
 - Antriebsenergie Ventilatoren
- produktionstechnische Vorteile:
 - Temperaturkonstanz in der Halle
 - durchgehende Fertigung
 - Ausschuss minimiert

Industriehalle

Zulufteinbringung bei hoher innerer Wärmelast

aufsteigende Warmluft / Abluft Maschinen



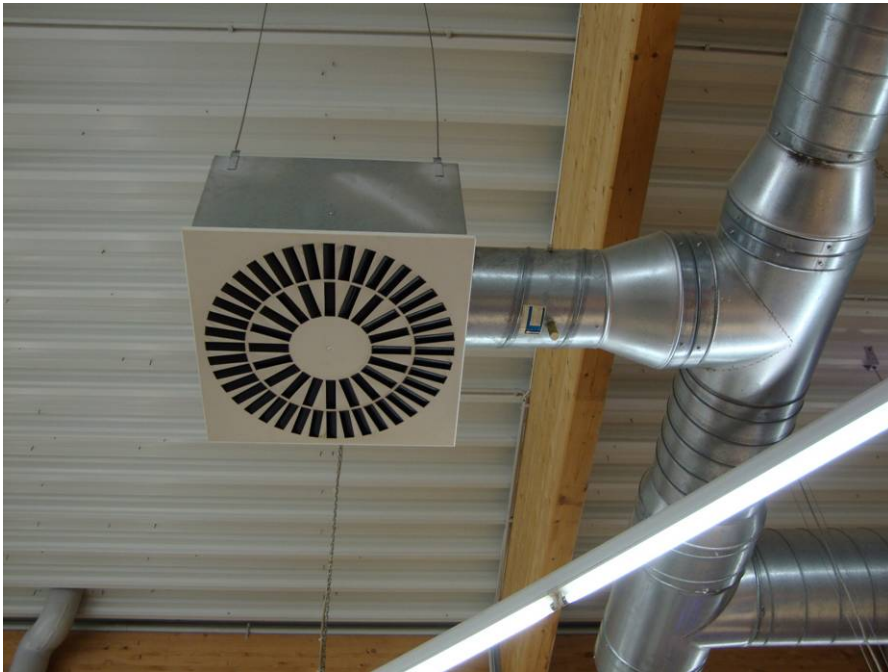
Kunststoffverarbeitung: starke Wärmeentwicklung



Ausblasrichtung
regulierbar

Kaltluft →
Warmluft →

Komfort-Deckenluftauslass



Dralldurchlass

- Dralldurchlässe erzeugen starke Mischströmung

- hoher Geschwindigkeitsabbau
- gewünscht, positiv

dadurch

- rascher Temperaturabbau bei Einbringen kalter Luft zur Kühlung
 - gewünscht positiv
 - vermeidet Zugempfinden
 - hoher Kühlwirkung möglich
 - Einblas tiefer Zulufttemperaturen
- verstellbare Auslasselemente
 - Erlauben gerichtete und veränderbare Luftausstrahlung

Beispiele schwieriger Anlagentechnik und Kanalführung

Schadluft vermischt sich mit Frischluft → (hoch) negativ → Anlage ineffizient



erwünschte Wirkung :
Luftaustausch mit Frischluft durch
Erneuerung im Arbeitsbereich tritt nicht ein



sommerliche Kühlwirkung = 0

Reinraum Klasse 1000

Effiziente Systeme sind gefragt



Reinraumbox mit
EC-Ventilatorantrieb
50 bis 300 W



Luftströmungs-
demonstration



hohe Luftmengen in Laboren und Reinräumen,
Luftwechsel 50 bis 100 fach des Raumvolumens
pro Std, erfordern hocheffiziente Raumluftechnik



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Geese

Beratende Ingenieure

Technische Gebäudeausrüstung

Energiesystemtechnik

Dipl.-Ing. Günther Geese

Alte-Uslarer-Str. 24 a

37181 Hardegsen

Tel 05505 9405 0

www.ing-geese.de

kontakt@ing-geese.de



Mit freundlicher Unterstützung



Industrie- und Handelskammer
Hannover

Unsere Leistungen

- Bestands- und Verbrauchsanalyse
 - Begutachtung / Beurteilung / Optimierung
- Konzeptentwicklung
 - integrale Betrachtung
 - Wirtschaftlichkeitsberechnung
- Planung
- Objektbetreuung
- Gutachterliche Beurteilung
- Messungen
- Hygieneinspektion Raumluftechnischer Anlagen
- Hygieneinspektion Trinkwasserinstallation
- Wissensvermittlung zum effizienten Anlagenbetrieb
- Energetische Bewertung von Gebäuden nach DIN 18599
- Energieberatung / Energieausweise – gelistet bei KfW, bafa, dena
- Aussteller von Energieausweisen mit dena-Gütesiegel
- Sachverständiger zur Prüfung von Gebäudebewertungen nach EnEV / DIN 18599
www.gzs-mbh.com
- Zertifiziert zum Management von lokalen Energie-Effizienz-Netzwerken (LEEN)
www.leen-system.de / www.30pilot-netzwerke.de