

## Bis zu 30% Heizkostenreduzierung bei geringem Aufwand



## Temperatur-Differenz-Ausgleich-System

### Wärmeschichtungen

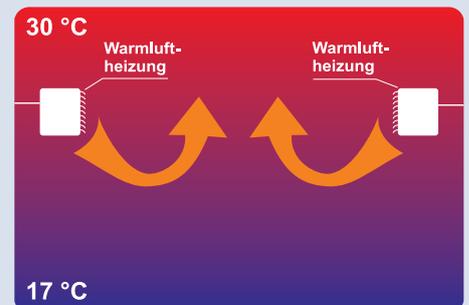
Die Beheizung großer, hoher Räume erfordert einen enormen Energieaufwand. Den physikalischen Gesetzen folgend, steigt erwärmte Luft nach oben und bildet unter der Decke ein Wärmepolster. Diesen Effekt kennt jeder, der schon einmal auf einer Leiter stehend Arbeiten unter der Decke verrichtet hat. Je höher ein Raum ist, desto mehr Wärme staut sich unter der Decke.

Erwärmte Luft hat ein geringeres spezifisches Gewicht als Kaltluft. Dies hat zur Folge, dass sich Kaltluft im Bodenbereich und erwärmte Luft im Deckenbereich anstaut.

Eintretende Kaltluft „fällt“ direkt zu Boden und sammelt sich dort. Für die Nutzung eines Raumes ist fast immer die Temperatur in Bodennähe relevant, da hier der Bereich ist, in dem sich Menschen aufhalten und arbeiten.

Um eine ausreichende Temperatur in Bodennähe zu erreichen, kann entweder kostspielige Energie vergeudet und nachgeheizt werden oder kostengünstig die vorhandene Luft so gemischt werden, dass eine konstante Durchschnittstemperatur im ganzen Raum erreicht wird.

Die untenstehende Grafik verdeutlicht schematisch, wie Wärmeschichtungen (auch horizontale Lasen genannt) entstehen und wie sie sich auswirken. Enorme Mengen an kostbarer und teurer Heizenergie „stehen“ ungenutzt unter der Decke, während im Aufenthaltsbereich die Temperatur zu niedrig ist. Einer Faustformel zufolge bedeutet hier die Erhöhung der Temperatur um 1 °C etwa 6% mehr an Heizkosten.



### Das Energiesparpotential

Um das Einsparpotential zu ermitteln, muss zuerst der durchschnittliche Temperaturunterschied zwischen Decke und Boden nach folgender (stark vereinfachter) Formel für Gewerbehallen über 5 m Raumhöhe errechnet werden:

Folgende Variablen müssen eingefügt werden:

$t_b$  = Temperatur am Boden

$h$  = Raumhöhe in Meter

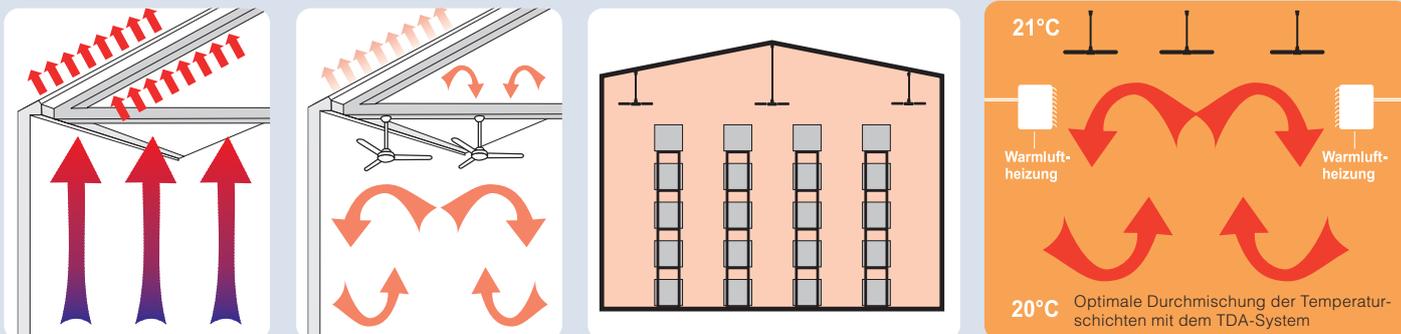
$$\Delta T = t_b \times (1 + 0,1 h) - t_b$$

Die Temperatur an der Decke läßt sich wie folgt errechnen:

$$t_{\text{Decke}} = t_b \times (1 + 0,1 h)$$

Die Formel basiert auf optimalen Bedingungen und variiert je nach Grad der Wand- und Deckenisolierung, Fensterflächen und -lage, Sonneneinstrahlung, Tür- und Torflächen sowie der Anzahl und Dauer der Öffnungen etc. und ist gültig für den Bereich bis ca. 9 m Deckenhöhe.

**Beispiel:** In einer Ausstellungshalle mit Wärmeluftheizung und einer Deckenhöhe von 6 m sowie einer durchschnittlichen Bodentemperatur von 17,5 °C soll eine TDA-Wärmeluft-rückführung installiert werden. Nach vorgenannter Formel ergibt sich folgende Berechnung: Temperatur Decke = 17,5 x (1+(0,1 x 6)). Rechnerisch ergibt sich eine Temperatur an der Decke von ca. 28 °C und somit eine Temperaturdifferenz von 10,5 °C. Bei Rückführung dieser Wärmereserve kann mit einer Temperaturerhöhung im Aufenthaltsbereich um ca. 4 °C gerechnet werden!



## Weniger Wärmeverluste

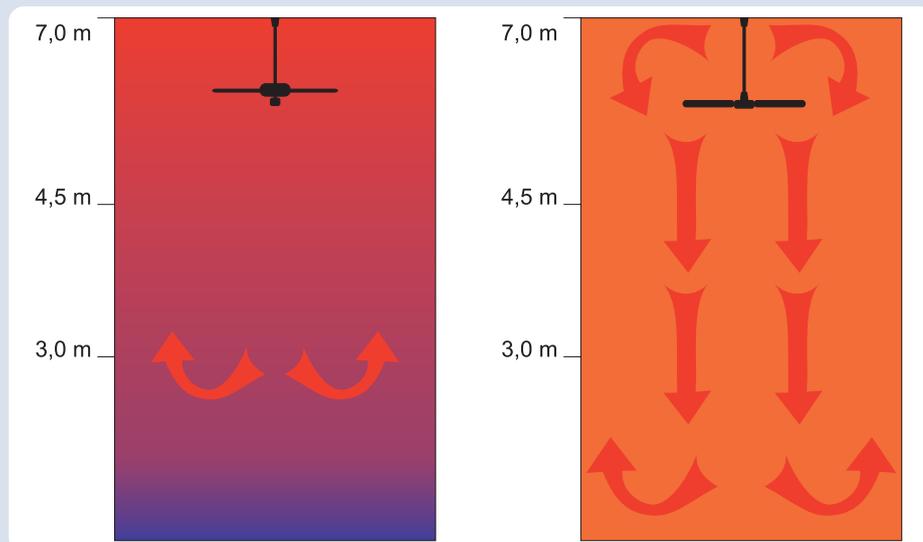
Schneefreie Dächer im Winter sind ein Hinweis auf unnötig hohe Heizkosten. Im Dachbereich finden sich oft aufgrund schlechter oder mangelnder Isolierung Wärmebrücken, über die ein Großteil der im Dachbereich stehenden Wärme entweichen kann. Das **TDA-System** führt diese erwärmte Luft dorthin zurück, wo sie gebraucht wird: in den Aufenthalts- und Arbeitsbereich. Dadurch wird die Temperatur im Dachbereich erheblich gesenkt. Im dann wesentlich kälteren Dachbereich kann weniger Wärme entweichen.

## Die richtigen Ventilatoren

Nicht jeder Deckenventilator ist für den Einsatz in hohen Räumen geeignet. Bei herkömmlichen, dekorativen Deckenventilatoren ist die Reichweite meist ungenügend. Der Luftstrom „reißt“ weit über dem Boden ab und strömt zurück zur Decke. Die Wärmeschichten der oberen Hälfte des Raumes werden durchmischt, aber der Aufenthaltsbereich am Boden, in dem die Wärme benötigt wird, wird nicht erreicht. Das Gleiche geschieht beim Rückwärtslauf, der in niedrigen Räumen sinnvoll ist, aber schon bei Raumhöhen von mehr als 5 m zur Wärmerückführung nicht mehr wirkt. Eine spezielle Profilierung der Metallflügel der TDA-Ventilatoren sorgt für eine große Reichweite der warmen Luft und überwindet den natürlichen Auftrieb auch bei großen Raumhöhen. Durch die Feinregulierung am TDA-Control kann die Luftgeschwindigkeit an fast jede Raumgegebenheit und bauliche Besonderheit der Halle angepasst werden.

## Universeller Einsatz

Das TDA-System ist für viele Einsatzzwecke und Gegebenheiten konfigurierbar. 4 Größen, die auch untereinander kombiniert werden können, als TDA-E auch als reversierbare Version, anpassbare Abhängestangen in verschiedenen Längen, sowie wahlweise strahlwassergeschützte IPX5-Ventilatoren. Zwischentrafos ermöglichen, durch die Reduzierung der Luftgeschwindigkeit in Teilbereichen, den Einsatz in fast jeder baulichen Umgebung.



## Kühlung im Sommer

Die Hand-Stellung des Systems erlaubt den Betrieb des Systems als manuellen Drehzahlsteller außerhalb der Heizperiode (Sommerbetrieb) und bringt angenehm frische Luftbewegung in sonst stickige, teils überhitzte Räume.

Der thermische Komfort der Mitarbeiter wird erhöht. Dies verbessert die Konzentration, das körperliche Wohlbefinden und somit auch die Produktivität. Durch einfaches Umschalten auf Automatikbetrieb wird die Steuerung wieder in den Winterbetrieb gebracht.

## Die intelligente Steuerung

Die neuen, intelligenten Steuergeräte der TDA-Control-Serie sind mit zwei Halbleiter-Temperaturfühler ausgestattet, von denen einer im Decken- und einer im Bodenbereich installiert wird. Der Anschluss erfolgt mittels handelsüblicher 2-adriger Leitung, die bis zu 50 Meter lang sein kann.

Das Gerät erfasst bis zu 60-mal in der Minute die Temperaturen im Decken- und im Bodenbereich, errechnet die Temperaturdifferenz und steuert je nach Höhe dieser Differenz vollautomatisch die Geschwindigkeit der Ventilatoren. Nachdem die Wärmeschicht abgebaut ist und die Temperaturdifferenz unter einen einstellbaren Schwellwert sinkt, schaltet TDA-Control 6 die Geräte automatisch ab.

Vorwählbar sind die minimale Temperaturdifferenz, ab der geschaltet werden soll (Schwellwert), die minimale und maximale Drehzahl der Ventilatoren zur Vermeidung von Zugerscheinungen und der Dauerbetrieb (z. B. im Sommer zur Umluftkühlung). Diese vollautomatische Steuerung regelt das System optimal, ohne dass ein Benutzereingriff notwendig ist. Somit sind Spielereien von Unbefugten am Steuergerät ausgeschlossen.

## TDA-Control 6D #983019



# TDA-SYSTEM

## Anzahl der Ventilatoren

Zunächst wird aus dem Auswahl diagramm in Abhängigkeit von der Raumhöhe die Anzahl der Geräte pro 1.000 m<sup>2</sup> und die Größe der TDA-Geräte ermittelt.

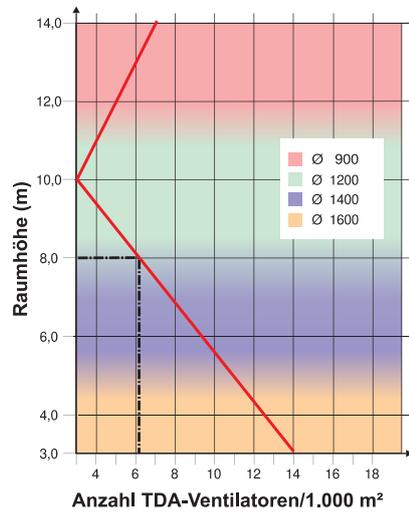
Ausgehend von der senkrechten Achse geht man bei der entsprechenden Raumhöhe nach rechts bis zum Schnittpunkt der Kennlinie. Von dort ermittelt man senkrecht nach unten die Anzahl der benötigten Geräte. In den Farbübergängen zwischen zwei Größen hat der Planer die Wahl zwischen beiden Dimensionen.

## Abstände der Ventilatoren

Zur Planung wird das Maß A, der mittlere Abstand der TDA-Geräte untereinander, benötigt. Dieser errechnet sich nach folgender Formel:

$$A \text{ (m)} = \sqrt{\frac{\text{Fläche m}^2}{\text{Anzahl der benötigten Geräte pro 1000 m}^2}}$$

Der Abstand der Ventilatoren zur kalten Außenwand beträgt 1/2 A, um die hier stattfindende Abkühlung der Warmluft und den dadurch reduzierten Auftrieb auszugleichen.



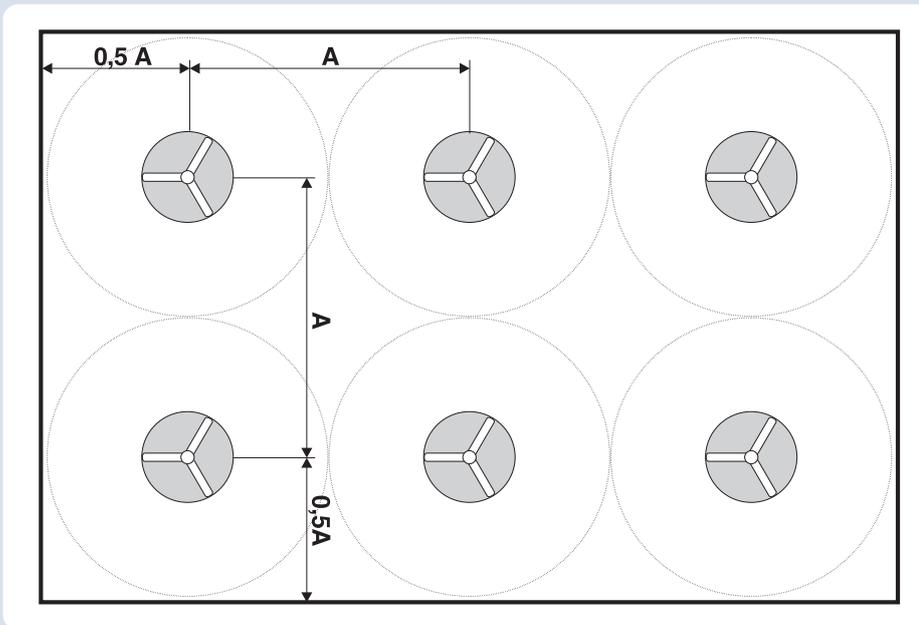
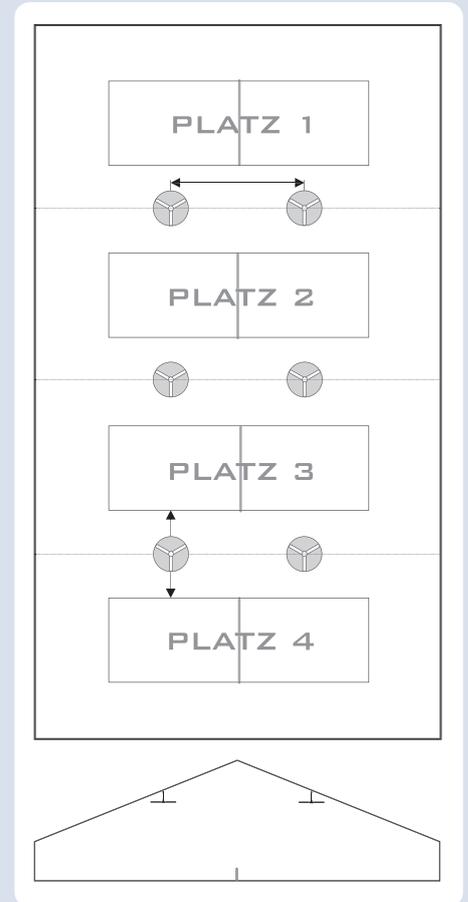
*Auswahl diagramm Anzahl Geräte/1.000 m<sup>2</sup>: In Abhängigkeit von der Raumhöhe (senkrechte Achse) waagrecht nach rechts bis zum Schnittpunkt mit der roten Kennlinie. Von dort senkrecht nach unten. Die waagerechte Achse gibt die Anzahl der benötigten TDA-Ventilatoren pro 1.000 m<sup>2</sup> an.*

*Die Größe der Ventilatoren ergibt sich aus der Hintergrundfarbe des Schnittpunktes mit der roten Linie.*

## Tennishallen

Hier gelten besondere Auslegungsregeln. In Tennis- und Badmintonhallen sollten im Idealfall die Ventilatoren zwischen den Feldern montiert werden, um optische Ablenkung der Spieler zu vermeiden. Je 2 Geräte sollten in etwa 5 bis 8 m seitlichem Abstand vom Netz montiert werden. Die mittlere Luftgeschwindigkeit in ca. 1 m Höhe sollte je nach Empfindlichkeit der Spieler zwischen 0,15 und 0,40 m/s eingestellt werden (Begrenzung der max. Drehzahl am TDA-Control).

Für eine Sporthalle mit 2 Plätzen sind 2 Geräte TDA 1200 I, für eine 3-Platz-Halle 4 Geräte, für eine 4 Platz-Halle 6 Geräte, usw. einzuplanen.



## Beispiel

Eine Lagerhalle mit einer Länge von 41 m und einer Breite von 24 m soll mit dem TDA-System ausgestattet werden. Die Höhe der Halle beträgt 8 m.

Aus der Tabelle wird ein Bedarf von ca. 6 Geräten pro 1.000 m<sup>2</sup> ermittelt (gestrichelte Linie). Der Auswahlpunkt liegt zwischen dem blauen und dem grünen Bereich; der Planer hat hier die Wahl zwischen den Modellen TDA 1200 I und TDA 1400 I.

Die tatsächliche Größe der Halle beträgt 984 m<sup>2</sup>; d. h.:

$$\frac{984}{1.000} \times 6 \approx 6 \text{ Ventilatoren}$$

Der mittlere Abstand A errechnet sich in unserem Beispiel wie folgt:

$$\sqrt{\frac{984}{6}} = 12,8 \text{ m}$$

Somit sind in unserem Beispiel 6 Geräte vom Typ TDA 1400 I oder TDA 1200 I erforderlich, um die optimale Rückführung der Warmluft sowie eines ausreichenden Luftwechsels zu gewährleisten.

Der mittlere Abstand A beträgt 12,8 m. Somit werden auf der Längsachse der Halle (41 m) 3 und auf der Breitenachse (24 m) 2 Ventilatoren benötigt. Der Abstand zur jeweiligen „kalten“ Außenwand beträgt 1/2 A = 6,4 m.

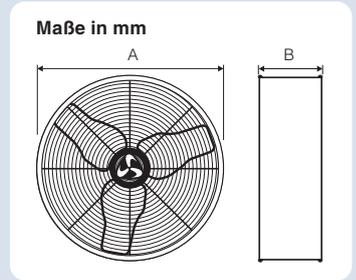
## TDA-Highstream

Speziell für Bereiche, in denen ein Berührungsschutz oder eine diagonale Ausblasrichtung erforderlich ist, wurden die Modelle der TDA-Highstream Serie 600 und 800 entwickelt. Geringer Energieverbrauch bei bester Luftleistung und höchster Wurfweite zeichnen diese Geräte aus.

Abgehängt an Ketten (Länge 100 cm im Lieferumfang), erreichen sie selbst bei großen Höhen mit hohem  $\Delta T$  den Bodenbereich. Die Begrenzung der maximalen Drehzahl im TDA-Control Steuergerät verhindert Zugserscheinungen. Und wenn's mal etwas feucht und schmutzig wird: kein Problem. Die Modelle der TDA Highstream-Serie haben die Schutzart IP54 und widerstehen somit Schmutz und Nässe.



TDA Highstream 800



Artikel	Art.-Nr.	Leistung (W)	Luftleistung* (m³/h)	Maß A (mm)	Maß B (mm)	Gewicht (kg)	Wurfweite (m)
TDA-HS 600	9306080	123	13.000	680	270	10,9	11
TDA-HS 800	9307580	123	15.650	830	270	13,8	16

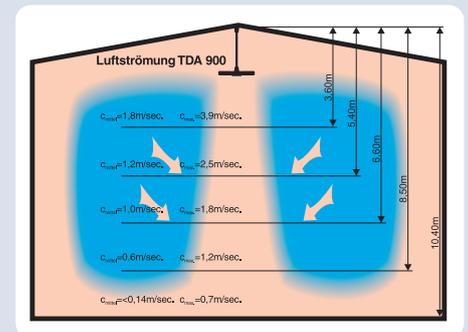
\*gemessen nach IEC 60879-1986-10

Anders als die TDA-Ventilatoren erlauben Geräte der TDA-Highstream Serie auch eine Montage mit zielgerichteter, z.B. diagonaler Luftführung. Hierbei erfolgt die Montage an Ketten schräg und die Luft wird diagonal oder horizontal geführt. Hiermit lassen sich Wärmepolster nutzen, die mit den normalen TDA-Ventilatoren nicht in den Aufenthaltsbereich zurück zu führen sind. Um hier Zugserscheinungen zu vermeiden, ist zwischen

dem Steuergerät TDA-Control und dem TDA-Highstream ein Zwischentrafo Typ **ETW 1,0 #892032** einzuplanen. Die Wahl der geeigneten Betriebsstufe erfolgt durch den Installateur während der Montage. Da Trommelventilatoren bauartbedingt durch höhere Drehzahlen immer lauter sind als Deckenventilatoren, dient der Zwischentrafo gleichzeitig auch als Anpassung der Lautstärke der Gesamt-TDA-Anlage.

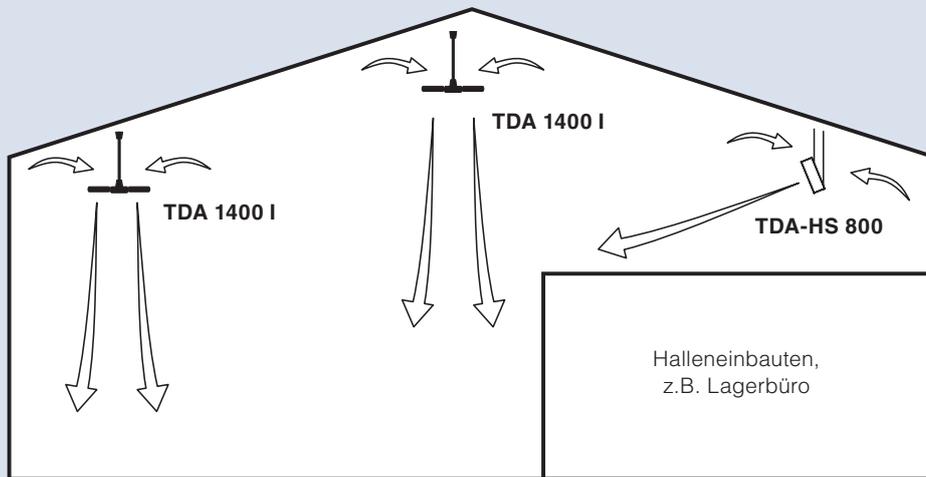
## Luftströmungen am Beispiel TDA 900 I

$C_{mittel}$  = mittlere Luftgeschwindigkeit  
 $C_{max.}$  = maximale Luftgeschwindigkeit



Unabhängig von der Art der Heizung: Das TDA-System ist voll kompatibel mit vorhandenen, thermostatgesteuerten Heizungssystemen und eine sinnvolle Ergänzung dieser, ohne dass zusätzliche Anschlüsse oder komplizierte Modifikationen erforderlich sind.

Das Thermostat der Heizungsanlage „erfüllt“ die Zunahme der Temperatur im Aufenthaltsbereich und drosselt automatisch die Heizleistung. So erfolgt der gewünschte Einspareffekt sofort. Zudem sorgt das TDA-System für einen ausreichenden Luftwechsel.

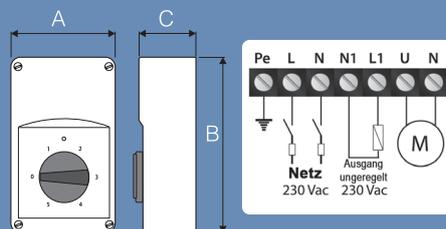


## Reversierung?

Anders als bei niedrigeren Decken macht in hohen Hallen die Reversierung, also der Rückwärtslauf zur Wärmerückführung, wenig Sinn. Ab einer Raumhöhe von ca. 5 m erreicht die Warmluft im Rückwärtslauf durch ihr geringeres spezifisches Gewicht den Boden nicht mehr.

Wählen Sie, je nach Hallenhöhe, die passende Ventilatoren-Serie TDA-I (ohne Reversierung) oder die Serie TDA-E (mit Reversierung).

5-Stufen-Trafo zur Steuerung mehrerer Deckenventilatoren, Industriegehäuse, Farbe hellgrau RAL 7035, Schutzart IP54, (0-80-110-140-170/190-230 Volt), Betriebsleuchte, max. Umgebungsdauertemperatur 35° C.



**ETW:** 5-Stufen-Trafo zur manuellen Regelung mehrerer Deckenventilatoren.



Artikel	Art.-Nr.	Amp. (max.)	A	B	C
ETW 1,0	892032	1,0	84	160	88
ETW 1,5	892021	1,5	115	205	100
ETW 2,2	892022	2,2	115	205	100
ETW 3,5	892033	3,5	170	255	140
ETW 5,0	892018	5,0	170	255	140
ETW 7,5	892019	7,5	100	305	140
ETW 10,0	892038	10,0	300	325	185

# TDA-SYSTEM

## TDA-Steuerungen

### TDA-Control 6:

Basisgerät mit analoger Einstellung, Phasenabschnittregelung.

### TDA-Control 6 D:

Wie TDA-Control 6, jedoch digital programmierbar, mit Display.

### TDA-Control x T:

Wie TDA-Control 6, jedoch mit 7-Stufenrafo. Für geräuschsensitive Bereiche.

TDA-Control	Art.-Nr.	A (max.)	Anz. Vent. (max.)
6	983009	6,0	15
1,5 T	983909	1,5	4
2,5 T	983910	2,5	7
5,0 T	983911	5,0	13
6 D	983019	6,0	15



Maße in mm

Modell	A	B	C
TDA-Control 6/6D	165	159	93
TDA-Control x,x T	255	210	135

Funktion: Das Gerät ermittelt die Temperaturdifferenz ( $\Delta T$ ) zwischen Boden und Deckenbereich mittels 2 getrennter Halbleiterfühler (Anschluss über handelsübliche 2-adrige Leitung).

Anhand des eingestellten  $\Delta T$ -Sollwertes (1 – 10 °K) werden die Ventilatoren stufenlos/7-stufig zwischen der voreingestellten Min.- und Max.-Drehzahl geregelt. Wird das eingestellte  $\Delta T$  um 3 °K überschritten, schaltet das Gerät die Ventilatoren ein. Je höher  $\Delta T$  ist, desto höher ist die Drehzahl der Ventilatoren. Ist  $\Delta T$  kleiner als der eingestellte Sollwert, schalten die Ventilatoren ab. Wärmeschichtungen werden verhindert; die Ventilatoren werden nur dann betrieben, wenn es wirklich sinnvoll ist.

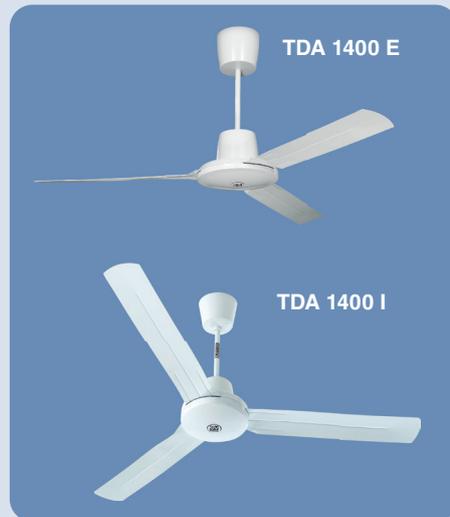
## Universeller Einsatz

Montage des Deckenfühlers: am höchsten Punkt der Halle, im Luftstrom.

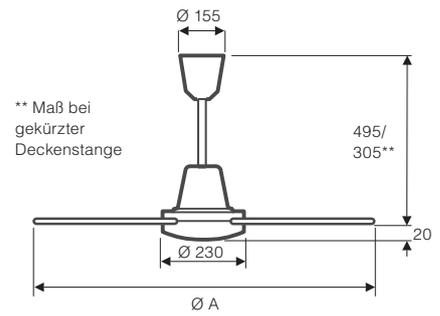
Montage des Bodenfühlers: seitlich, ca. 10 cm über dem Boden, im Luftstrom. Nicht hinter Vorhängen und Regalen montieren. Nicht an Metallträgern (Kältebrücken) montieren.

Fühlerleitungen: bis 50 m Länge  $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ , bis 150 m Länge  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ .

Keine freien Adern spannungsführender Leitungen verwenden – immer separat führen.



## Maße in mm

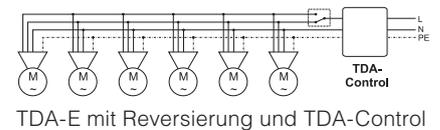
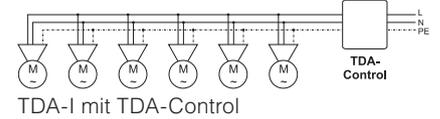


\*\* Maß bei gekürzter Deckenstange

Artikel	Art.-Nr.	W	A (mm)	B (mm)
TDA 900 I	961701	70	0,33	920
TDA 1200 I	961711	70	0,33	1220
TDA 1400 I	961721	72	0,33	1420
TDA 1600 I	961731	74	0,33	1520
TDAX 1400 I	617429	72	0,33	1420

Artikel	Art.-Nr.	W	A (mm)	B (mm)
TDA 900 E	961750	70	0,33	920
TDA 1200 E	961751	72	0,33	1220
TDA 1400 E	961752	74	0,33	1420
TDA 1600 E	961753	78	0,33	1620

## Anschlussschema TDA



## TDA-Ventilatoren

Formschönes, italienisches Design. Motor gewuchtet, doppelt kugellagert, mit thermischem Überlastungsschutz und Anlaufkondensator. Motorgehäuse zur Verringerung elektromagnetischer Resonanzen aus Aluminium-Druckguss.

3 lufttechnisch optimal ausgelegte Metallflügel mit großer Oberfläche für höchste Luftleistung und Reichweite. 15 Jahre Motorgarantie. Kratzfeste Epoxydharzbeschichtung, Farbe weiß (Serie TDA-E) oder lichtgrau (Serie TDA-I). Schwingungsdämpfende Aufhängevorrichtung.

Deckenstange für 495 mm Deckenabstand, kürzbar auf jedes Zwischenmaß. Serie TDA-I und TDA-E in Schutzart IP20, TDAX 1400 I in Schutzart IPX5 ausgeführt.

Längere Deckenstangen mit 100 cm für bessere Nachströmung in hohen Räumen ist als optionales Zubehör verfügbar.

In einer Muster-Wärmebedarfsberechnung der **Forschungsgesellschaft Heizung Lüftung Klima**, kurz FG HLK Stuttgart mbH an der Universität Stuttgart, wurde die benötigte Heizlast von 2 baugleichen Hallen mit und ohne Wärmeschichtung ermittelt. In der Halle ohne Wärmeschichtungen ist die Heizlast **um 23% geringer** als in einer Halle ohne System zum Abbau der Wärmeschichtungen. Nachstehend finden Sie die Berechnung im Wortlaut. Die Reduzierung der Heizlast bezieht sich in der Muster-Berechnung auf eine Halle, die den neuesten Standards bezüglich Isolierung und Wärmedämmung entspricht. In Hallen älteren Baujahres, bei denen die aktuellen Wärmedämmvorschriften nicht zum Tragen kamen, **kann die Einsparung noch erheblich höher sein** (siehe Vorbemerkung der Berechnung).

# Berechnung der Heizlast einer Beispielhalle (Produktionshalle 50m x 100m) für zwei verschiedene Heizsysteme:

Forschungsgesellschaft  
Heizung Lüftung HLK  
Klimatechnik STUTTGART  
Stuttgart mbH

Pfaffenwaldring 6 a  
D - 70569 Stuttgart-Vaihingen  
Tel. 0711 / 685-11) 20 85  
Telefax 0711 / 687 60 56

## 1. Luftheizung mit Temperaturschichtung

## 2. Heizung mit Deckenventilator und PWW-Lufterhitzer ohne Temperaturschichtung

**Auftragnehmer:**  
Forschungsgesellschaft  
Heizung-Lüftung-Klimatechnik Stuttgart mbH  
Pfaffenwaldring 6a  
70569 Stuttgart  
http://www.ihr.ike.uni-stuttgart.de

**Auftraggeber:**  
Fa. EVT/Casafan-Ventilatoren  
Gelnhäuserstraße 35  
63505 Langenselbold  
www.casafan.de  
Stuttgart, den 6.9.1999

**Vorbemerkung**  
Die nachfolgenden, beispielhaften Berechnungen basieren auf den heutigen Standards bei Wärmedämmung und Belüftung und sind daher eher konservativ. Bei älteren Gebäuden, bei denen diese Standards noch nicht eingehalten wurden, können die Einsparungen bei der Heizlast beim Einsatz des vorgestellten TDA-Systems gegenüber konventioneller Heizung mit Temperaturschichtungen in vertikaler Richtung durchaus höher ausfallen.

**Ausgangssituation**  
Eine Produktionshalle soll beheizt werden. Hierfür sollen zwei Alternativen gegenüber gestellt werden:  
1. konventionelle Beheizung der Halle mit Warmluft (Temperaturschichtung in vertikaler Richtung),  
2. Beheizung der Halle mittels PWW-Lufterhitzer und Ventilator (keine oder nur geringe Temperaturschichtung in der Halle).

Verglichen werden dabei jeweils die Heizlasten (nur Transmission, keine Lüftung) zum Erreichen einer bestimmten Bedarfsanforderung. Die Betriebskosten beider Systeme werden nicht berücksichtigt. Hierzu liegen keine entsprechenden Daten vor.

Die ausgewählte Halle besitzt ein Flachdach mit Lichtkuppeln (10% der Deckenfläche). Die Innenabmessungen betragen 50m x 100m und die Höhe ist 12m. Die langen Seitenwände besitzen ein Fensterband (10% der Seitenfläche). An einer kurzen Seitenwand grenzt ein Bürogebäude an.

Das Dach und die Wände haben einen Wärmedurchgangskoeffizienten von  $k_D = k_W = 0,35 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

die Oberlichter  $k_{DF} = 3,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , und die Fenster in den Seitenwänden  $k_F = 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Der äquivalente Wärmedurchgangswiderstand des Hallenbodens zum Grundwasser ist  $R_{GW} = 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Der Aufenthaltsbereich (Behaglichkeitszone) soll eine Höhe von 5m und eine Raumtemperatur von  $\theta_i = 18^\circ\text{C}$  haben. Für die Berechnung der Normheizlast ist eine Außentemperatur von  $\theta_a = -12^\circ\text{C}$  vorgegeben.

Ein Ausgleich der Behaglichkeitsdefizite durch die kalten Außenwände wird durch das Anheben der Raumlufttemperatur auf  $\theta_{ij} = 21^\circ\text{C}$  erreicht. Dadurch erhöhen sich für beide Lösungen die Heizlasten gegenüber einer idealen Beheizung der Halle.

**Berechnung der Normheizlast für ideales Heizsystem**  
( $\theta_i = 18^\circ\text{C}$ , ideale Durchmischung)

Die Heizlast der Produktionshalle ergibt sich zu  
Wände:  $\dot{Q}_{T,Wände} = \left[ 50\text{m} \cdot 12\text{m} \cdot 0,35 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} + 200\text{m} (10,8\text{m} \cdot 0,35 + 1,2\text{m} \cdot 1,4) \right] \cdot 30\text{K} = 39,1 \text{ kW}$

Boden:  $\dot{Q}_{T,Boden} = A_{Halle} \cdot \frac{\theta_i - \theta_{GW}}{R_{GW}} = 5000\text{m}^2 \cdot \frac{8\text{K}}{5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}} = 8 \text{ kW}$

Decke:

Der mittlere Transmissionswärmestrom durch die Decke  $\bar{q}_{T,D}$  und die Untertemperatur der Decke  $\Delta\theta_D$  folgt aus den angegebenen Durchgangskoeffizienten sowie dem genormten Wärmeübergangswiderstand  $R_{a,d} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

$\bar{k}_D = 0,9 \cdot k_D + 0,1 \cdot k_{DF} = 0,615 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   $\bar{q}_{T,D} = \bar{k}_D (\theta_i - \theta_a) = 18,45 \text{ W/m}^2$   $\Delta\theta_D = \bar{q}_{T,D} \cdot R_{a,d} = 2,4 \text{ K}$

wie die Untertemperatur der Seitenwände erfordern das Anheben der Lufttemperatur um 2-3K, die thermische Behaglichkeit wiederum erfüllt sind (DIN 1946, operative Raumtemperatur).  
Die Decke ergibt sich zu  $\dot{Q}_{T,Decke} = A_{Halle} \cdot \bar{q}_{T,D} = 5000\text{m}^2 \cdot 18,45 \text{ W/m}^2 = 92,3 \text{ kW}$   
Heizlast (nur Transmission) für eine angenehme Innentemperatur (Lufttemperatur) bei idealer Durchmischung:  $39,4 \text{ kW}$

**Heizlast für eine ideale Luftheizung (keine Temperaturgradienten in vertikaler Richtung)**

(Vergleich mit konventioneller Beheizung durch Temperaturschichtungen)  
Die Gründe der Behaglichkeit die Lufttemperatur bei Luftheizung gegenüber einem idealen konvektiven System erhöht werden. Im Beispiel wird von einer Lufttemperatur von  $\theta_{ij} = 21^\circ\text{C}$  ausgegangen.

Die Heizlasten für diese Temperatur bei der Berechnung der Transmissionswärmeströme, so ergeben sich die Heizlasten:

Wände:  $\dot{Q}_{T,Wände} = 11 \text{ kW}$   $\dot{Q}_{T,Decke} = 101,5 \text{ kW}$  Oder zusammengefasst  $\dot{Q}_T = 155,5 \text{ kW}$   
Mehraufwand gegenüber dem Idealfall von 11,5%.

Wenn dann, wenn die Heizenergie ausschließlich über warme Luft in den Raum eingebracht wird, durch einen neu entwickelten Ventilator und PWW-Lufterhitzer der Gradient in vertikaler Richtung vermieden werden. In wie weit dies in der Praxis der Fall ist, muß durch entsprechende Berechnungen festgestellt werden.

**Heizlast für eine ideale Luftheizung (Temperaturgradienten in vertikaler Richtung)**

(Vergleich mit konventioneller Beheizung durch Temperaturschichtungen)  
Es wird davon ausgegangen, dass keine weiteren Maßnahmen zur Durchmischung der Raumluft ergriffen werden. Die Heizlasten für diese Temperatur bei der Berechnung der Transmissionswärmeströme, so ergeben sich die Heizlasten:

Wände:  $\dot{Q}_{T,Wände} = 11 \text{ kW}$   $\dot{Q}_{T,Decke} = 132,3 \text{ kW}$  Oder zusammengefasst  $\dot{Q}_T = 192,8 \text{ kW}$   
Mehraufwand gegenüber dem Idealfall von 11,5%.

Die Heizlasten für diese Temperatur bei der Berechnung der Transmissionswärmeströme, so ergeben sich die Heizlasten:

Gradient 10K  
 $\dot{Q}_{T,Wände} = 49,5 \text{ kW}$   
 $\dot{Q}_{T,Boden} = 11 \text{ kW}$   
 $\dot{Q}_{T,Decke} = 132,3 \text{ kW}$   
Oder zusammengefasst  
 $\dot{Q}_T = 192,8 \text{ kW}$   
Mehraufwand: 38,3%

Die Heizlasten für diese Temperatur bei der Berechnung der Transmissionswärmeströme, so ergeben sich die Heizlasten:  
Wände:  $\dot{Q}_{T,Wände} = 11 \text{ kW}$   $\dot{Q}_{T,Decke} = 132,3 \text{ kW}$  Oder zusammengefasst  $\dot{Q}_T = 192,8 \text{ kW}$   
Mehraufwand gegenüber dem Idealfall von 11,5%.

Forschungsgesellschaft  
Heizung Lüftung HLK  
Klimatechnik STUTTGART  
Stuttgart mbH  
Pfaffenwaldring 6a  
70569 Stuttgart  
Dipl.-Ing. C. Koehndorfer

(DIN-Prüfbereich Heiz- und Kühlflächen)

Sitz Stuttgart, Handelsregister HRB 8465  
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Günther Glass  
Dipl.-Ing. Jörg Schmid  
Wissenschaftlicher Leiter: Prof. Dr.-Ing. Heinz Bach  
Baden-Württemberg, Bank Stuttgart - B.L.Z. 600 200 30  
Konto Nr. 1054 322 100 (Unterkonto: 15801)  
Ust-IdNr.: DE 147 856 674

## Anwendungsmöglichkeiten:



Lagerhallen



Produktion



Kfz-Werkstätten



Verkaufshallen



Tennishalle



Sportstudios