

# Der einfache Weg zur DIN V 18599 Teil 3

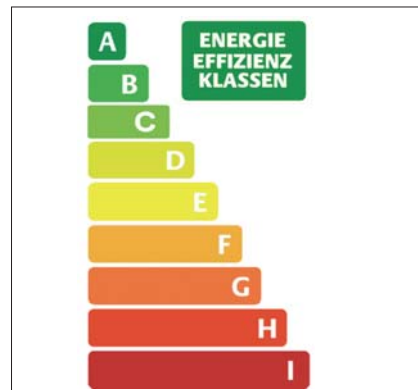
## Erläuterung des Berechnungsverfahrens

Dipl.-Ing. Bettina Maria Schmidt, Forschung und Entwicklung

Tomas Hecker, Produktmanager

Dipl.-Betriebswirt Daniel Fischhaber, Marketing

Im Jahr 2007 tritt die DIN V 18599 in Kraft. Die Richtlinie ist nicht nur für die Lüftungs- und Klimabranche eine Chance, sondern auch und vor allem für Bauherren, die so die Möglichkeit der Klassifizierung ihrer bestehenden Anlagentechnik aus betriebswirtschaftlicher und energetischer Sicht erhalten und dadurch enorme Einsparpotentiale nutzen können. Im Folgenden werden die Berechnungsschritte von Teil 3 der Norm „Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung“ vertieft. So sollen die ersten Schritte mit der neuen Richtlinie erleichtert werden.



### ALLGEMEINES ZUR RICHTLINIE

Die Normenreihe DIN V 18599 stellt uns eine komplexe Methode zur Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zur Verfügung. Das in der Richtlinie beschriebene Bilanzierungsverfahren umfasst unter anderem Energieaufwendungen für die Beheizung, die Lüftung, die Klimatisierung (einschließlich Kühlung und Befeuchtung), die Trinkwarmwasserversorgung und die Beleuchtung von Gebäuden. Die Berechnung erfolgt einschließlich des Aufwands für Strom (Hilfsenergien), der unmittelbar mit der Energieversorgung zusammenhängt. Gemäß dem Grundsatz der integralen

Planung berücksichtigt die Normreihe auch die gegenseitige Beeinflussung von Energieströmen. Diesem Zusammenspiel wird durch Berechnungsverweise in den jeweiligen Normteilen Rechnung getragen.

Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit besteht die DIN V 18599 aus mehreren Teilen, die einzelne Themenschwerpunkte behandeln. Eine Inhaltsübersicht der einzelnen Teile liefert Abb. 1.

In Teil 10 der Normenreihe werden für den öffentlich-rechtlichen Nachweis so genannte Nutzungsrandbedingungen zur neutralen Berechnung des Energie-

bedarfs zur Verfügung gestellt. So wird beispielsweise für einen Büroraum eine durchschnittliche Nutzungsdauer, Personenbelegung, Soll-Raumtemperatur etc. vorgegeben. Die Randbedingungen ermöglichen die Vergleichbarkeit von Gebäudekonzepten unabhängig vom individuellen Nutzerverhalten und von lokalen Klimadaten.

Das Berechnungsverfahren ist für Neubauten sowie für Gebäude im Bestand (Sanierungsmaßnahmen) anzuwenden. Weiterhin können mit der neuen Norm sowohl Wohn- als auch Nichtwohngebäude energetisch bilanziert werden.

### TEIL 3: NUTZENERGIE KLIMA- UND LÜFTUNGSANLAGEN

Hier wird der Nutzenergiebedarf für die thermische Luftaufbereitung sowie der Endenergiebedarf für die Luftförderung in raumlufttechnischen Anlagen mit Außenluftanteil berechnet, Abb. 2.

Zunächst wird der Nutzenergiebedarf für die Funktionen Heizen, Kühlen, Befeuchten, Entfeuchten vom Außenluft- bis zum erforderlichen Zuluftzustand ermittelt. Weiterhin erfolgt die Berechnung des elektrischen Endenergiebedarfs für die Luftförderung, einschließlich aller Verluste des Ventilators.

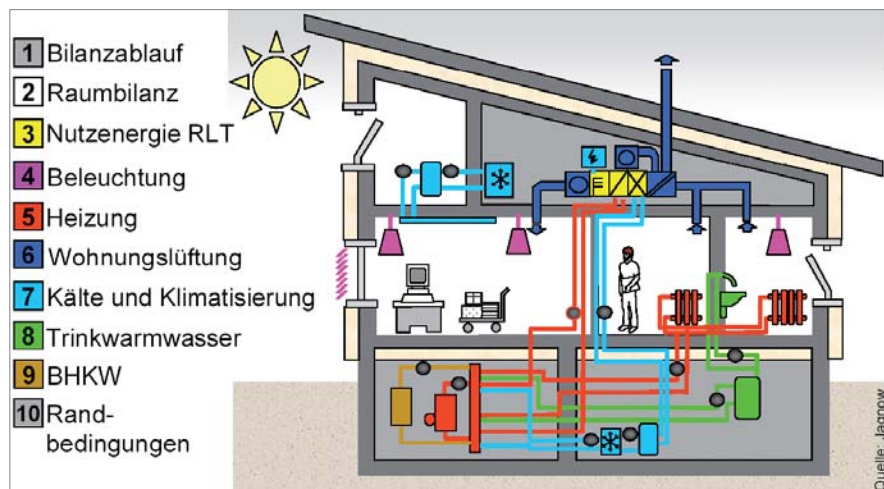


Abb. 1 Teile der DIN V 18599



WOLF Lüftungs- und Klimageräte sind  
hinsichtlich hygienisch sicherem Betrieb  
und müheloser Wartung

# spitze

- Klimageräte zur Innenaufstellung
- Klimageräte zur Außenaufstellung
- Klimageräte mit Direktbefeuerung
- Komfort-Klimageräte
- Schwimmbadgeräte
- Hygienegeräte
- Deckenluftgeräte
- Kassettenheizer
- Wand- und Deckenluftheizer
- Dachventilatoren
- Warmluftherzeuger

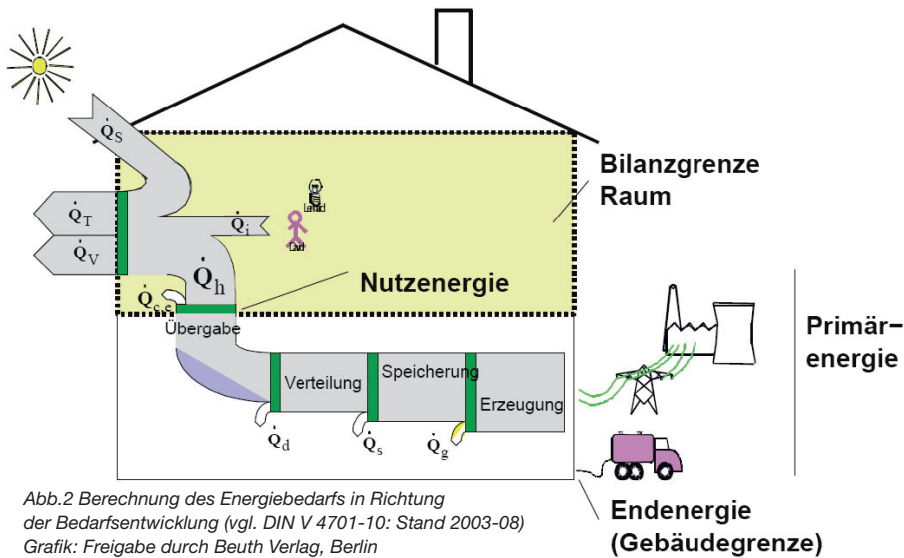


Abb.2 Berechnung des Energiebedarfs in Richtung der Bedarfsentwicklung (vgl. DIN V 4701-10: Stand 2003-08) Grafik: Freigabe durch Beuth Verlag, Berlin

**ZWEI BERECHNUNGS-VERFAHREN NACH TEIL 3**

Ausschließlich Anlagen mit konstanten Volumenströmen können im Jahres-schrittverfahren berechnet werden. Ansonsten ist das Monatsschrittverfahren anzuwenden.

**a) KENNWERTVERFAHREN**

(vgl. DIN V 18599, Teil 3, Abschn. 4.1) Die Berechnung nach dem Kennwertverfahren basiert auf den Tabellen des Anhangs A der DIN V 18599 Teil 3. Die Tabellen der Energiekennwerte liegen als Jahres- oder Monatsenergetabellen vor. Die häufigsten Lüftungs- und Klimasysteme wurden hier in 46 Varianten abgebildet, Abb.3.

Alle Anlagenvarianten wurden vorab im Stundenschrittverfahren für einen definierten Basisfall simuliert. Zugrunde liegt der Wetterdatensatz Würzburg aus dem Jahr 1986.

**b) SPEZIELLE ANLAGENKONZEPTE**

(vgl. DIN V 18599, Teil 3, Abschn. 4.2) Für spezielle Anlagenkonzepte, die nicht standardmäßig hinterlegt sind, bestehen zwei Möglichkeiten der Berechnung für den öffentlich-rechtlichen Nachweis:

- Für das geplante Konzept ist eine Simulationsberechnung im Stundenschrittverfahren gemäß Anhang C durchzuführen.
- Alternativ kann durch die Berechnung einer ungünstigeren Anlagenkombination aus der Norm der Nachweis geführt werden, dass die geplante Anlage den Mindestanforderungen in jedem Fall entsprechen wird.

**BERECHNUNGSSCHRITTE NACH DEM KENNWERTVERFAHREN**

**1. Nutzenergiebedarf für die thermische Luftaufbereitung**

**► Schritt 1**

Berechnung des externen (Kanalnetz etc.) und internen (Lüftungs- und Klimaanlage) Druckverlustes.

**► Schritt 2**

Auslegung des Ventilators unter Berücksichtigung aller Verluste.

Ergebnis: Pel, Ventilator

**► Schritt 3**

Auswahl einer Gerätevariante gemäß den benötigten thermodynamischen Funktionen (Kennwerttabelle). „Denormierung“ durch Interpolation und Korrekturfaktoren (Anpassung der Tabellenwerte des Basisfalls auf den vorliegenden Fall):

Die Tabellenwerte, Abb.3, liegen für eine Zulufttemperatur von 18 °C bei einem Betrieb von 12 Stunden pro Tag für 365 Tage pro Jahr vor. Für die Variantenauswahl ist eine Aussage zur Wärmerückgewinnung und Feuchteanforderung notwendig. In der Tabelle sind Rückwärmzahlen von 45 %, 60 % und 70 % definiert. Falls die vorliegende Rückwärmzahl in der Kennwerttabelle nicht direkt ablesbar ist, müssen die Werte interpoliert werden. Weichen die tatsächliche Betriebszeit und die Zulufttemperatur vom Basisfall (= Kennwerttabelle) ab, muss dies gemäß Abschnitt 7.2 berücksichtigt werden. Zum Thema Feuchteanforderung kann in der Kennwerttabelle zwischen drei Definitionen gewählt werden: keine Anforderung, mit Toleranz und ohne Toleranz. „Mit Toleranz“ erfordert eine Befeuchtung bis zu einem Wassergehalt von 6g/kg und eine Entfeuchtung bis 10g/kg. Die Definition „ohne Toleranz“ erfordert eine Be- und Entfeuchtung auf 8g/kg, Abb.4.

| Varianten-Nr. | Feuchteanforderung |              |               | Befeuchter-Typ             |                      |                 | WRG-Typ |           |                   | Rückwärmzahl |      |      | Energiekennwerte für<br>$\vartheta_{v,mech} = 18\text{ °C}; t_{v,mech} = 12\text{ h}; d_{v,mech} = 365\text{ d}$<br>Gesamtjahr |             |             |              |                  |             |             |
|---------------|--------------------|--------------|---------------|----------------------------|----------------------|-----------------|---------|-----------|-------------------|--------------|------|------|--|-------------|-------------|--------------|------------------|-------------|-------------|
|               | keine              | mit Toleranz | ohne Toleranz | Verdunstung nicht regelbar | Verdunstung regelbar | Dampfbefeuchter | keine   | nur Wärme | Wärme und Feuchte | 45 %         | 60 % | 75 % | Wärme  |             | Dampf       | Kälte        |                  |             |             |
|               |                    |              |               |                            |                      |                 |         |           |                   |              |      |      | $Q_{H,18°C,12h}$   | $Q_{H,u}$   | $Q_{H,o}$   | $Q_{St,12h}$ | $Q_{c,18°C,12h}$ | $Q_{c,u}$   | $Q_{c,p}$   |
|               |                    |              |               |                            |                      |                 |         |           |                   |              |      |      | Wh / m³/h  | Wh / K·m³/h | Wh / K·m³/h | Wh / m³/h    | Wh / m³/h        | Wh / K·m³/h | Wh / K·m³/h |
| 1             | x                  |              |               |                            |                      |                 | x       |           |                   |              |      |      | 11 369   | 952         | 1 120       | -            | 1 951            | 750         | 320         |
| 3             | x                  |              |               |                            |                      |                 |         | x         |                   |              | x    |      | 1 179  | 275         | 809         | -            | 1 913            | 747         | 316         |
| 7             |                    | x            |               | x                          |                      |                 |         | x         |                   |              | x    |      | 8 823  | 824         | 1 052       | -            | 2 696            | 668         | 232         |
| 10            |                    | x            |               | x                          |                      |                 |         | x         |                   |              | x    |      | 8 439  | 826         | 965         | -            | 2 714            | 644         | 230         |

Abb.3 Ausschnitt der Kennwerttabelle für das Gesamtjahr (DIN V 18599 Teil 3 Anlage A). Für 46 Anlagenvarianten sind Energieverbräuche bezogen auf 1m³/h simuliert worden. Die Berechnung erfolgt durch Multiplikation des Kennwertes mit dem Volumenstrom



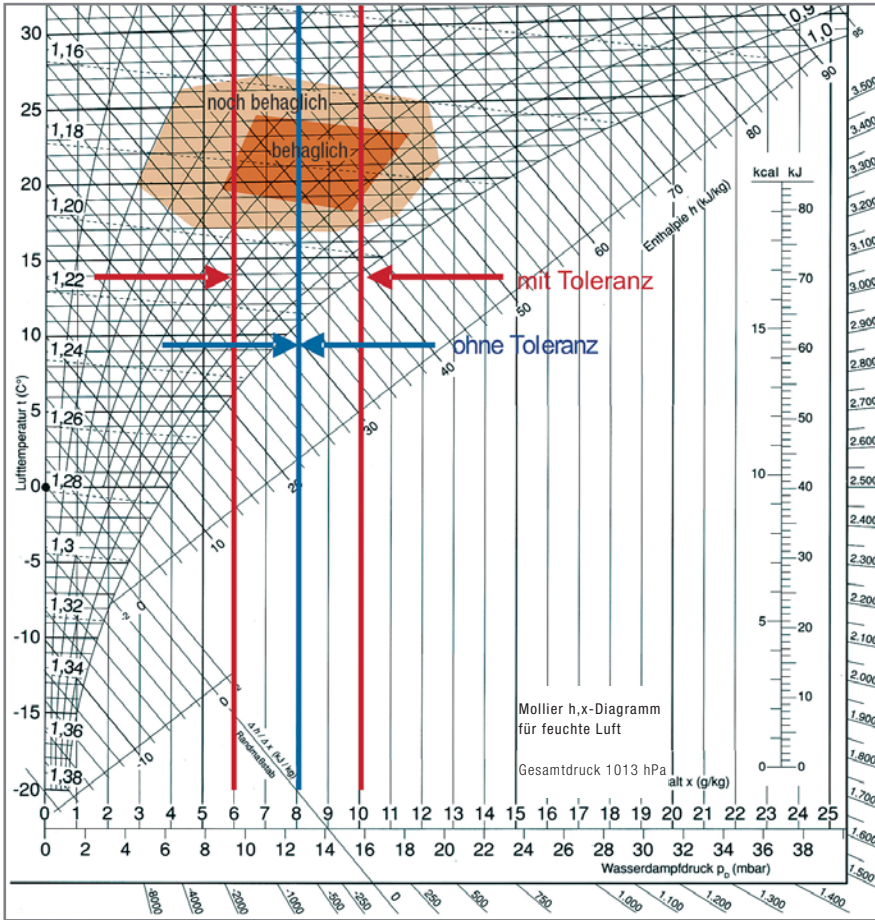


Abb.4 Definition „Feuchteanforderung mit/ohne Toleranz“ aus DIN V 18599 Teil 3

► Schritt 4

„Korrektur der Zulufttemperatur“: Die Norm berücksichtigt in den Kennwerttabellen bereits eine Temperaturerhöhung des Ventilators von 1,4 Kelvin. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die gesamte elektrische Energie in Form von Wärme an den Luftstrom übertragen wird. Nun muss berechnet werden, ob die tatsächliche Temperaturerhöhung vom Basisfall abweicht. In diesem Fall ist die Korrektur der Zulufttemperatur gemäß Norm Stand 07/2005 Kapitel 7.2 Gleichung (22) durchzuführen.

► Schritt 5

Ablesen der Energiekennwerte für Wärme, Dampf und Kälte (gegebenenfalls Interpolation bei Zwischenwerten).

Beispiel Wärme:

| Wärme                  |                            |                            |
|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| $q_{H,18^\circ C,12h}$ | $g_{H,u}$                  | $g_{H,o}$                  |
| Wh / m <sup>3</sup> /h | Wh / K · m <sup>3</sup> /h | Wh / K · m <sup>3</sup> /h |
| 11 369                 | 952                        | 1 120                      |

- $q_{H,18^\circ C,12h}$  ist die Energiemenge, die notwendig ist, um 1 m<sup>3</sup>/h Luft im Jahresdurchschnitt auf 18 °C zu erwärmen.
- $g_{H,u}$  ist die Energiemenge, die pro Kelvin Temperaturerhöhung abweichend von 18 °C aufzuwenden ist (► Subtraktion von  $q_{H,18^\circ C,12h}$ )
- $g_{H,o}$  ist die Energiemenge, die pro Kelvin Temperaturerhöhung abweichend von 18 °C aufzuwenden ist (► Addition zu  $q_{H,18^\circ C,12h}$ )

**Ergebnis:** jährliche Nutzenergiemenge bezogen auf 1 m<sup>3</sup>/h Außenluft.

► Schritt 6

Bestimmung des jährlichen Nutzenergiebedarfs für Wärme und Kälte bezogen auf die Betriebszeit des Basisfalls (Kennwerttabelle). Es erfolgt die Multiplikation des vorliegenden Volumensstroms mit der jährlichen Nutzenergiemenge bezogen auf 1 m<sup>3</sup>/h Außenluft.

► Schritt 7

Bestimmung des jährlichen Nutzenergiebedarfs für Wärme und Kälte bezogen auf die tatsächliche Betriebszeit.

2. Endenergiebedarf für die Luftförderung

► Schritt 8

Die Summe der elektrischen Leistungsaufnahme der Zu- und Abluftventilatoren multipliziert mit der Anzahl der Jahresstunden ergibt den Endenergiebedarf für die Luftförderung in [Wh/a] bzw. [kWh/a].

BERECHNUNGSBEISPIEL (JAHRESENERGIETABELLE)

Allgemeine Daten des Berechnungsbeispiels:

Folgende Daten müssen für die Berechnung bekannt sein:

- Volumenstrom: 31 000 m<sup>3</sup>/h
- Zulufttemperatur Heizfall: 22 °C
- Zulufttemperatur Kühlfall: 18 °C
- Feuchtanforderung: Befeuchtung mit Toleranz
- Befeuchtertyp: Verdunstungs-befeuchter geregelt
- Kühlfunktion: Mit Kühlfunktion
- Wirkungsgrad/Wärmerückgewinnung: 60 %
- Wirkungsgrad / Feuchterückgewinnung: 0 %
- Jahresbetriebsstunden: 16 Stunden/Tag × 7 Tage/Woche × 52 Wochen/Jahr = 5.840 Stunden/Jahr

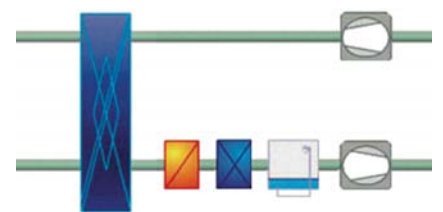


Abb.5 Systemskizze

1. Nutzenergiebedarf für die thermische Luftaufbereitung

► Schritt 1 Gesamtdruckverlust:

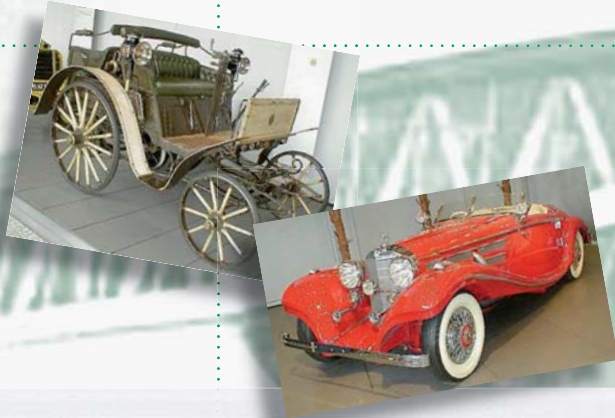
Zuerst erfolgt die Berechnung des Druckverlustes im Gerät (intern) sowie im Kanalnetz (extern).

Daten des Berechnungsbeispiels:

| Druckverlust | Zuluft   | Abluft |
|--------------|----------|--------|
| extern       | 337 Pa   | 337 Pa |
| intern       | 895 Pa   | 587 Pa |
| gesamt       | 1.232 Pa | 924 Pa |



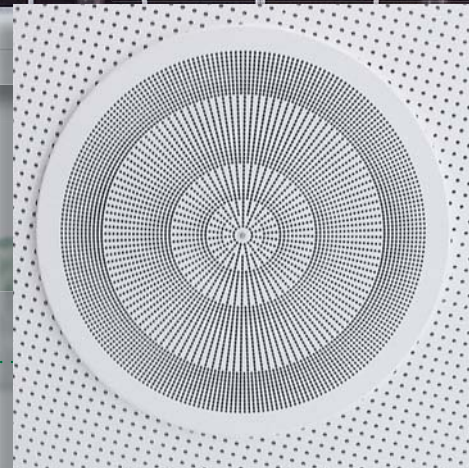
# Das Beste ist gerade gut genug - Luftauslässe von Schako



**WDA**



**DSX-XXL**



**PIL**

**E**ines der bedeutendsten Automobil-Museen der Welt öffnete am 20. Mai 2006 für seine Besucher die Pforten. Der imposante, futuristische Bau beherbergt die ganze Geschichte von Daimler Benz - die ersten Automobile der Welt von Karl Benz und Gottlieb Daimler geschaffen, der erste Mercedes und weitere 160 Modelle die den Mythos Mercedes ausmachen. Auf 17.000 Quadratmetern Ausstellungsfläche wird auf sieben Etagen die 110-jährige Automobilgeschichte des Konzerns präsentiert.

**Wir sind sehr stolz, bei diesem Großprojekt dabei zu sein.**

Jährlich werden bis zu 1,5 Millionen Besucher erwartet, die nicht nur die gezeigten Exponate bewundern wollen, sondern sich auch in diesem Haus sicher und Wohlfühlen sollen.

Wohlfühlen heißt vor allem das richtige Klima schaffen. Die Schlitzauslässe und die Decken-Impulsauslässe für dieses Bauvorhaben wurden individuell, den jeweiligen Anforderung entsprechend ausgelegt. Das moderne Design dieser Auslässe ermöglichte eine sehr gute Integration in das Bauwerk.

## **Weitwurfdüsen WDA**

Die Weitwurfdüsen WDA sind im Atrium des Museums eingebaut und kommen im Entrauchungsfall zum Einsatz. Die Weitwurfdüsen erzeugen eine Wirbelströmung, welche die Entrauchung des Gebäudes im Brandfall sicherstellt und beschleunigt.

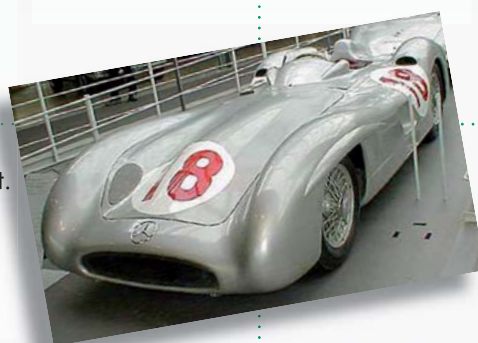
## **Decken-Impulsauslaß PIL**

Die Deckenimpulsauslässe PIL erzeugen einen pulsierenden Luftstrahl der in horizontaler Richtung in den Raum eintritt. Durch diesen pulsierenden Luftstrahl werden die Strahlendgeschwindigkeit und Temperaturdifferenz sehr gut abgebaut und eine zugfreie Zuluffführung bis zu einer Temperaturdifferenz von -12 K erreicht.

## **Deckenschlitzauslaß DSX-XXL**

Trotz der schlanken Bauform sind diese Deckenschlitzauslässe sehr leistungsstark. Hohe Luftmengen können mit Temperaturdifferenzen von -12 K zugfrei den Räumen zugeführt werden. Verschiedene Auslassprofile und Lamellenfarben erlauben eine individuelle Gestaltung der Schlitzauslässe.

Modernste Architektur, moderne Klimatechnik und edelster Automobilbau - eine gelungene Kombination.



**SCHAKO**  
KLIMA - LUFT

Ferdinand Schad KG · D-78600 Kolbingen  
Telefon: 0 74 63 / 9 80-0  
Fax: 0 74 63 / 9 80-2 00  
info@schako.de  
www.schako.de



| Vari-<br>anten-<br>Nr. | Feuchteanforderung |                 |                  | Befeuchter-Typ                                  |  |                                | WRG-Typ |              |                         | Rückwärmezahl |     |     | Energiekennwerte für<br>$\vartheta_{V,mech}=18^{\circ}\text{C}, N_{mech}=12\text{h}, dV_{mech}=365\text{d}$<br>Gesamtjahr |  |  |   |   |  |  |
|------------------------|--------------------|-----------------|------------------|---|--|--------------------------------|---------|--------------|-------------------------|---------------|-----|-----|---|--|--|---|---|--|--|
|                        | keine              | mit<br>Toleranz | ohne<br>Toleranz | Ver-<br>dun-<br>stung<br>nicht<br>regel-<br>bar | Ver-<br>dun-<br>stung<br>regel-<br>bar | Dampf-<br>be-<br>feuch-<br>ter | keine   | nur<br>Wärme | Wärme<br>und<br>Feuchte | 45%           | 60% | 75% | Wärme   |  | Dampf  | Kälte                                   |   |  |  |
|                        |                    |                 |                  |   |  |                                |         |              |                         |               |     |     | $q_{H,18^{\circ}\text{C},12\text{h}}$   | $g_{H,u}$  | $g_{H,o}$  | $q_{St,12\text{h}}$                     | $q_{C,18^{\circ}\text{C},12\text{h}}$   | $g_{C,u}$  | $g_{C,o}$  |
|                        |                    |                 |                  |   |  |                                |         |              |                         |               |     |     | $\frac{\text{Wh}}{\text{m}^3/\text{h}}$   | $\frac{\text{Wh}}{\text{K}\cdot\text{m}^3/\text{h}}$ | $\frac{\text{Wh}}{\text{K}\cdot\text{m}^3/\text{h}}$ | $\frac{\text{Wh}}{\text{m}^3/\text{h}}$ | $\frac{\text{Wh}}{\text{m}^3/\text{h}}$ | $\frac{\text{Wh}}{\text{K}\cdot\text{m}^3/\text{h}}$ | $\frac{\text{Wh}}{\text{K}\cdot\text{m}^3/\text{h}}$ |
| 13                     |                    | x               |                  |   | x                                      |                                |         | x            |                         | x             |     |     | 7338  | 729  | 1028   | -                                       | 1929                                    | 703  | 240  |
| 14                     |                    | x               |                  |   | x                                      |                                |         | x            |                         |               | x   |     | 5011  | 622  | 928  | -                                       | 1918                                    | 703  | 240  |

Abb.7 DIN V 18599, Teil 3, Anhang A, Tabelle A.1

► Schritt 6

Jährlicher Nutzenergiebedarf Wärme und Kälte bezogen auf die Betriebszeit des Basisfalls (Kennwerttabelle):  
Nun erfolgt die Multiplikation des Volumenstroms mit der jährlichen Nutzenergiemenge bezogen auf 1 m³/h Außenluft. Die Energiemengen beziehen sich auf die Betriebszeit des Basisfalls (Kennwerttabelle: 4380 [h/a]).

|       | NUTZENERGIEBEDARF<br>PRO m³/h | VOLUMENSTROM | JÄHRLICHER NUTZ-<br>ENERGIEBEDARF |
|-------|-------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| WÄRME | 8.537 Wh/m³/h                 | 31.000 m³/h  | 264.647 kWh                       |
| KÄLTE | 2.059 Wh/m³/h                 | 31.000 m³/h  | 63.829 kWh                        |

► Schritt 7

Jährlicher Nutzenergiebedarf Wärme und Kälte bezogen auf die tatsächliche Betriebszeit:  
Erst nach dieser Umwandlung liegt das korrekte Ergebnis des jährlichen Energiebedarfs vor.

|       | JÄHRLICHER<br>NUTZENERGIEBEDARF<br>(BASISFALL)<br><small>für 12h/Tag, 365 Tage -&gt; 4380 [h/a]</small> | FAKTOR                  | JÄHRLICHER NUTZ-<br>ENERGIEBEDARF<br><small>(Berechnungsbeispiel)</small> |
|-------|---|-------------------------|---|
| WÄRME | 264.647 kWh   | 5840 [h/a] / 4380 [h/a] | 352.863 kWh   |
| KÄLTE | 63.829 kWh  | 5840 [h/a] / 4380 [h/a] | 85.105 kWh  |

2. Endenergiebedarf für die Luftförderung

► Schritt 8

Zuletzt erfolgt die Berechnung des jährlichen Endenergiebedarfs für die Luftförderung durch Multiplikation der elektrischen Leistungsaufnahme des Zu- und Abluftventilators mit der Betriebszeit.

| ELEKTRISCHE<br>LEISTUNGS-AUFNAHME                             | BETRIEBSZEIT | JÄHRLICHER ENDENERGIEBE-<br>DARF LUFTFÖRDERUNG |
|---|--------------|--|
| $P_{M,Zuluft} + P_{M,Abluft} = 16,6\text{kW} + 12,4\text{kW}$ | 5.840 [h/a]  | 159.360 kWh                                    |

Übergabewerte (Energiemengen) für die Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die in Schritt 7 und 8 ermittelten Energiemengen werden für die Wirtschaftlichkeitsberechnung benötigt.

|   |             |
|---|-------------|
| JÄHRLICHER NUTZENERGIEBEDARF WÄRME        | 352.863 kWh |
| JÄHRLICHER NUTZENERGIEBEDARF KÄLTE        | 85.105 kWh  |
| JÄHRLICHER ENDENERGIEBEDARF LUFTFÖRDERUNG | 159.360 kWh |

| 1. Allgemeine Daten (DIN V 18599-3)  |  |   |                                       |              |
|--|--|---|---------------------------------------|--------------|
| 1.1  | Luftmenge Zuluft [m³/h]  | 31.000  | Projekt-Bez.: <b>Anlagenvergleich</b> |              |
| 1.2  | Zulufttemp. Winter (14-22°C)   | 22,00 °C  | -                                     |              |
| 1.3  | Zulufttemp. Sommer (14-22°C)   | 18,00 °C  | Projekt-Nr.: -                        |              |
| 1.4  | Feuchteanforderung   | Befeuchtung bis 6 g/kg und Entfeuchtung bis 10 g/kg | Bearbeiter: <b>Schmidt / Hecker</b>   |              |
| 1.5  | Befeuchtertyp  | Verdunstungsbefeuchter geregelt                     | <b>AL-KO Therm GmbH</b>               |              |
| 1.6  | Kühlfunktion   | mit Kühlfunktion                                    | Datum: <b>5. September 2006</b>       |              |
| 2. RLT-Konzepte  |  | RLT1  | RLT2                                  | RLT3         |
| 3. Kosten Gerätekonzepte   |  | 62.000 €  | 80.000 €                              | 112.000 €    |
| 4. Leistungsparameter der Gerätekonzepte (DIN V 18599-3)                         |  |   |                                       |              |
| 4.1  | Wirkungsgrad Wärmerückgewinnung Zuluft thermisch [%]                 | 58,6%   | 72,0%                                 | 86,0%        |
| 4.2  | Wirkungsgrad Feuchterückgewinnung Zuluft feucht [%]                  | 0,0%  | 0,0%                                  | 86,0%        |
| 4.3  | Elektrische Anschlussleistung Zuluftventilator PM [kW]               | 16,60 kW  | 6,90 kW                               | 6,30 kW      |
| 4.4  | Elektrische Anschlussleistung Abluftventilator PM [kW]               | 15,00 kW  | 6,40 kW                               | 5,80 kW      |
| 5. Energiemengen bei 5.840 h (DIN V 18599-3)                                     |  |   |                                       |              |
| 5.1  | Aufwand Wärme pro Jahr   | 166.501 kWh/a                                       | 116.223 kWh/a                         | 5.090 kWh/a  |
| 5.2  | Aufwand Kälte pro Jahr   | 78.003 kWh/a  | 66.150 kWh/a                          | 63.277 kWh/a |
| 5.3  | Aufwand Strom pro Jahr   | 184.544 kWh/a                                       | 77.672 kWh/a                          | 70.664 kWh/a |
| 5.4  | Aufwand Befeuchtung pro Jahr   | 201.291 kWh/a                                       | 186.639 kWh/a                         | 40.716 kWh/a |
| 6. Kosten = Aufwand (Energiemenge) x Energiekosten                               |  |   |                                       |              |
| 6.1  | Kosten Wärme im ersten Jahr  | 11.655 €  | 8.136 €                               | 356 €        |
| 6.2  | Kosten Kälte im ersten Jahr  | 3.120 €   | 2.646 €                               | 2.531 €      |
| 6.3  | Kosten Strom Arbeitspreis im ersten Jahr                             | 18.454 €  | 7.767 €                               | 7.066 €      |
| 6.4  | Kosten Strom Jahresleistungspreis im ersten Jahr                     | - €   | - €                                   | - €          |
| 6.5  | Kosten Befeuchtung im ersten Jahr                                    | 14.090 €  | 13.065 €                              | 2.850 €      |
| 6.6  | Gesamtkosten im ersten Jahr  | 47.320 €  | 31.614 €                              | 12.804 €     |
| 7. Annuitätsberechnung (VDI 2067-1)  |  |   |                                       |              |
| 7.1  | kapitalgebundenen Zahlungen in € / Jahr                              | 5.973 €   | 7.707 €                               | 10.790 €     |
| 7.2  | Energiekosten Wärme Zahlungen in € / Jahr                            | 16.041 €  | 11.197 €                              | 490 €        |
| 7.3  | Energiekosten Kälte Zahlungen in € / Jahr                            | 4.294 €   | 3.642 €                               | 3.484 €      |
| 7.4  | Energiekosten Strom Zahlungen in € / Jahr                            | 25.399 €  | 10.690 €                              | 9.726 €      |
| 7.5  | Energiekosten Befeuchtung (Wärme) Zahlungen in € / Jahr              | 19.393 €  | 17.981 €                              | 3.923 €      |
| 7.6  | Betriebskosten (Bedienen, Reinigen, Warten, Inspizieren) in € / Jahr | - €   | - €                                   | - €          |
| 7.7  | Gesamtnnuität in € / Jahr  | 71.101 €  | 51.218 €                              | 28.413 €     |
| 8. Kosten im Betrachtungszeitraum (VDI 2067-1) (Annuität x Betrachtungszeitraum) |  |   |                                       |              |
| 8.1  | Kapitalkosten  | 89.598 €  | 115.611 €                             | 161.855 €    |
| 8.2  | Wärmekosten  | 240.617 €   | 167.957 €                             | 7.355 €      |
| 8.3  | Kältekosten  | 64.414 €  | 54.626 €                              | 52.254 €     |
| 8.4  | Stromkosten  | 380.988 €   | 160.352 €                             | 145.884 €    |
| 8.5  | Befeuchungskosten  | 290.894 €   | 269.720 €                             | 58.840 €     |
| 8.6  | Kosten Warten/Bedienen   | - €   | - €                                   | - €          |
| 8.7  | Summe Kosten (Gesamtnnuität x Betrachtungszeitraum)                  | 1.066.511 €   | 768.266 €                             | 426.188 €    |
| 9. Amortisationszeit RLT1 zu RLT2  |  |   |                                       |              |
| 1,15 Jahre   |  |   |                                       |              |
| 10. Amortisationszeit RLT2 zu RLT3   |  |   |                                       |              |
| 1,70 Jahre   |  |   |                                       |              |
| 11. Amortisationszeit RLT1 zu RLT3   |  |   |                                       |              |
| 1,45 Jahre   |  |   |                                       |              |
| Betriebszeiten (VDI 2067-1)  |  |   |                                       |              |
| Stunden / Tag  | 16,0 Stunden   |   |                                       |              |
| Tage / Woche   | 7 Tage   |   |                                       |              |
| Wochen / Jahr  | 52 Wochen  |   |                                       |              |
| Gesamtstunden  | 5.840 h  |   |                                       |              |
| Energiekosten (VDI 2067-1)   |  |   |                                       |              |
| Wärme  | 0,070 €/kWh  |   |                                       |              |
| Kälte  | 0,040 €/kWh  |   |                                       |              |
| Strom  | Arbeitspreis 0,100 €/kWh   |   |                                       |              |
| Strom Jahresleistungspreis   | 0,00 €/kW  |   |                                       |              |
| Energieaufnahme Befeuchter   | 0,070 €/kWh  |   |                                       |              |
| Allgemeine Daten (VDI 2067-1)  |  |   |                                       |              |
| Betrachtungszeitraum   | 15 Jahre   |   |                                       |              |
| Nutzungsdauer  | 15 Jahre   |   |                                       |              |
| eff. Jahreszins  | 5,00%  |   |                                       |              |
| Warten/Bedienen  | 0,00%  |   |                                       |              |
| Preisänderungsfaktoren (VDI 2067-1)  |  |   |                                       |              |
| Kapital  | 1,0%   |   |                                       |              |
| Verbrauch  | 5,0%   |   |                                       |              |
| Betrieb  | 1,0%   |   |                                       |              |
| Instandsetzung   | 1,0%   |   |                                       |              |

| Kostenart         | RLT1      | RLT2      | RLT3      |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| Warten/Bedienen   | - €       | - €       | - €       |
| Befeuchungskosten | 290.894 € | 269.720 € | 58.840 €  |
| Stromkosten       | 380.988 € | 160.352 € | 145.884 € |
| Kältekosten       | 64.414 €  | 54.626 €  | 52.254 €  |
| Wärmekosten       | 240.617 € | 167.957 € | 7.355 €   |
| Kapitalkosten     | 89.598 €  | 115.611 € | 161.855 € |

|                        |             |           |           |
|------------------------|-------------|-----------|-----------|
| 12. Summe Kosten LCC   | 1.066.511 € | 768.266 € | 426.188 € |
| 13. Investitionskosten | 62.000 €    | 80.000 €  | 112.000 € |

Abb.8 Software zur Energiemengen- und Wirtschaftlichkeitsberechnung

### UMSETZUNG DER ENERGIE-MENGENBERECHNUNG IN EINE WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG

Um die eigentliche Forderung der EU-Richtlinie nach „Gesamterenergieeffizienz und Kostenwirksamkeit“ zu erfüllen, müssen die rechnerisch ermittelten Energiemengen in eine betriebswirtschaftliche Betrachtung münden.

Erst eine Gegenüberstellung von Systemen, deren Komponenten unterschiedlich stark auf den Anwendungsfall angepasst und optimiert wurden, stellt die Relation von Investitions- zu Betriebskosten her.

Eine transparente Darstellung der anfallenden Kosten im Lebenszyklus ermöglicht dem Investor eine nachhaltig sinnvolle Entscheidung. Ein kostengünstiges Gerät in der Anschaffung steht oftmals einem kostengünstigen Betrieb entgegen.

### HINWEIS

Die Software für die Energiemengen- und Wirtschaftlichkeitsberechnung kann bei AL-KO Lufttechnik kostenlos per Email angefordert werden:

**LCC@al-ko.de**

Diese beinhaltet alle Teilschritte der Berechnung. Somit sind Gerätekonzepte innerhalb kürzester Zeit bewertet und für den Bauherrn übersichtlich darstellbar, Abb.6.

### Autoren

Dipl.-Ing. Bettina Maria Schmidt,  
Forschung und Entwicklung  
Tomas Hecker, Produktmanager  
Dipl.-Betriebswirt Daniel Fischhaber,  
Marketing  
AL-KO Lufttechnik,  
Jettingen-Scheppach  
Fotos und Grafiken: AL-KO  
[www.al-ko.com](http://www.al-ko.com)